

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Elisabeth-Krankenhauses Essen
Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Duisburg-Essen
Aus der Abteilung für Nephrologie

**Körperliches Training während der Hämodialyse:
Ziele, Machbarkeit, physische und psycho-soziale Effekte**

I n a u g u r a l – D i s s e r t a t i o n

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

durch die Medizinische Fakultät

der Universität Duisburg-Essen

Vorgelegt von

Barbara Maria Meese

aus Gelsenkirchen

2005

Dekan:	Prof. Dr. K.-H. Jöckel
1. Gutachter:	Priv.-Doz. Dr. A. E. Daul
2. Gutachter:	Priv.-Doz. Dr. V. Vester

Tag der mündlichen Prüfung: 21. August 2006

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

1.	Einleitung.....	5
2.	Patienten und Methoden.....	10
2.1.	Patientenkollektiv.....	10
2.2.	Aufbau des Trainingsprogramms.....	10
2.3.	Klinisch-chemische Parameter.....	12
2.4.	Psychologische Testverfahren.....	12
2.5.	Fragebogen zur Beurteilung des Trainingsprogramms durch das Pflegepersonal.....	14
2.6.	Statistische Auswertung.....	18
3.	Ergebnisse.....	19
3.1.	Akzeptanz des Trainingsprogramms durch die Patienten.....	19
3.2.	Teilnahmehäufigkeit am Training in Abhängigkeit von Geschlecht, Lebensalter und Leistungsfähigkeit vor Trainingsbeginn.....	20
3.3.	Einfluss des Trainings auf die Ausdauerleistungsfähigkeit.....	21
3.3.1.	Ausdauerleistungsfähigkeit vor Trainingsbeginn in Abhängigkeit von Geschlecht und Lebensalter.....	21
3.3.2.	Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei den gering belastbaren Patienten (Passiv Ergometrie - Gruppe).....	23
3.3.3.	Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei den besser belastbaren Patienten (Aktiv Ergometrie - Gruppe).....	24
3.4.	Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die renale Anämie und den Fettstoffwechsel.....	29
3.5.	Auswirkungen des körperlichen Trainings auf die Lebensqualität und die psycho-soziale Situation.....	29
3.5.1	Psychologische Testverfahren: Patientengruppe.....	29
3.5.2	Ergebnisse der psychologischen Testverfahren.....	30

3.6.	Komplikationen und Zwischenfälle.....	32
3.7.	Beurteilung des Trainingsprogramms durch das Pflegepersonal.....	33
3.7.1.	Allgemeine Beurteilung des Trainingsprogramms.....	33
3.7.2.	Beurteilung des Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit.....	34
3.7.3.	Beurteilung des Einfluss auf die Stimmung der Patienten und des Pflegepersonals.....	35
3.7.4.	Beurteilung des Einfluss auf Verlauf und Organisation der Dialyse- behandlung.....	36
3.7.5.	Beurteilung der Risiken und Komplikationen.....	36
3.7.6.	Einstellung des Pflegepersonals hinsichtlich einer aktiven Mitarbeit am Trainingsprogramm.....	36
4.	Diskussion.....	38
5.	Zusammenfassung.....	50
6.	Literatur.....	51
7.	Danksagung.....	59
8.	Lebenslauf.....	60

1. EINLEITUNG

Durch Fortschritte der Inneren Medizin, der Transplantationsmedizin und der Medizintechnik hat sich die Lebenserwartung chronisch Nierenkranker deutlich verbessert. Ende der sechziger Jahre hatten Patienten mit einer terminalen Niereninsuffizienz, die mit einem Dialyseverfahren behandelt wurden, eine Ein-Jahres-Lebenserwartung unter 10 %. Inzwischen können allein durch eine gute Hämodialysebehandlung 15-Jahres Überlebensraten von 50 % erreicht werden (46). Dieser Fortschritt hat dazu beigetragen, dass die Zahl chronisch Nierenkranker in den Industrienationen stark angestiegen ist und mit einem weiteren Anstieg für die Zukunft gerechnet wird. In Deutschland stieg die Zahl der Patienten mit einer terminalen Niereninsuffizienz allein zwischen 1995 und 2003 von 54656 auf 78281 d.h. von 674 / Million Einwohner auf 949 / Million Einwohner an (24). Neben den verbesserten Therapiemöglichkeiten sind weitere Faktoren, die zur Zunahme der Patienten mit einer terminalen Niereninsuffizienz in den Industrienationen beitragen, die gestiegene Lebenserwartung, der Bewegungsmangel und die Überernährung. Als Folge hat die Zahl von Patienten mit einer Nephrosklerose und einer diabetischen Nephropathie stark zugenommen. Ein besonderes Problem ist die steigende Zahl von dialysepflichtigen Patienten mit einem Diabetes mellitus. Bei den im Jahre 2003 in Deutschland lebenden Patienten mit einer terminalen Niereninsuffizienz betrug der Anteil der Diabetiker 26 % und Diabetiker waren mit 36 % die mit Abstand größte Gruppe bei den Patienten, die erstmals mit der Dialyse behandelt wurden (24). In 92 % der Fälle handelte es sich hierbei um Patienten mit einem Diabetes mellitus Typ 2 und in 8 % der Fälle um Patienten mit einem Diabetes Typ 1. In den USA sind die Diabetiker auch im Gesamtkollektiv aller terminal niereninsuffizienten Patienten mit 40 % die größte Gruppe und die Prävalenz der terminalen Niereninsuffizienz beträgt bereits 1403 Patienten / Million Einwohner (24).

Das Überleben terminal niereninsuffizienter Patienten wird in den Industrienationen vor allem mit Hilfe der Dialyseverfahren gesichert. Die meisten Patienten werden mit der intermittierenden Hämodialyse behandelt. Der Anteil der Peritonealdialysepatienten liegt zwischen 4,3 % in Japan und 51 % in Neuseeland. In Deutschland wurden im Jahr 2003 nur 4,6 % der dialysepflichtigen Patienten mit einem Peritonealdialyseverfahren behandelt, wobei die Zahl im Verlauf leicht rückläufig war (24). Die Nierentransplantation als Alternative zur Dialysetherapie konnte zahlenmäßig nicht mit der Zunahme der chronisch niereninsuffizienten Patienten Schritt halten. In Deutschland stagniert seit mehr als 10

Jahren die Zahl der jährlich durchgeführten Transplantationen, sodass vor allem die Zahl der Hämodialysepatienten deutlich angestiegen ist.

Die zunehmende Zahl, das höhere Lebensalter und die häufigen Begleit- und Folgeerkrankungen der Patienten mit einer dialysepflichtigen Niereninsuffizienz stellen die Betroffenen, die behandelnden Ärzte, die Pflegekräfte und die Gesellschaft vor erhebliche Probleme.

Deutlich verringert ist bei einer terminalen Niereninsuffizienz die Lebenserwartung (29). Die erhöhte Mortalität der Patienten betrifft alle Altersklassen. Besonders vermindert ist die Lebenserwartung bei Patienten mit einer diabetischen Nephropathie. Die wichtigsten Todesursachen sind Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems wie der Myokardinfarkt, Schlaganfälle und die periphere arterielle Verschlusskrankheit sowie Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes (24). Auch die Inzidenz von malignen Tumoren ist bei Dialysepatienten und Nierentransplantierten erhöht (48, 71).

Die Folge- und Begleiterkrankungen der chronischen Urämie führen nicht nur zu einer erhöhten Mortalität und Morbidität, sondern auch zu einer deutlichen Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Ursachen hierfür sind Veränderungen des Muskelstoffwechsels und der Muskelstruktur, die renale Osteopathie, die urämische Neuropathie, Störungen des Elektrolyt- und Säure-Basenhaushalts, leistungsmindernde Wirkungen von Medikamenten wie z.B. von β -Adrenozeptor-Antagonisten und Tranquillantien sowie die renale Anämie.

Mit Hilfe von rekombinantem humanen Erythropoietin kann die renale Anämie effektiv behandelt werden. Der Hämatokrit-Wert wird jedoch bei den meisten Patienten nicht in den Normbereich angehoben, da dies nur durch eine deutlich höhere Erythropoietin-Dosis und damit wesentlich höhere Kosten erreichbar wäre, ohne daß ein zusätzlicher Nutzen für den Patienten derzeit gesichert ist. Bei dem Versuch, die renale Anämie mittels Erythropoietin völlig auszugleichen, wurden sogar vermehrt unerwünschte Nebenwirkungen wie Shuntverschlüsse, Hyperkaliämien und eine tendenziell höhere Mortalität beobachtet (4). Als Zielhämoglobinkonzentration bei einer Erythropoietin-Therapie gelten für Dialysepatienten Werte von 11-12 g/dl (47). Die damit im Vergleich zu Gesunden einhergehende verminderte Sauerstoffbindungskapazität wirkt sich vor allem negativ auf die Ausdauerleistungsfähigkeit aus.

Deutlich eingeschränkt ist bei Dialysepatienten die muskuläre Kraft. Der Kraftverlust ist am größten im Bereich der Beine, wo bei Frauen eine Verminderung um fast 50 % gemessen wurde (37). Als Ursachen des Kraftverlustes werden strukturelle Veränderungen der Muskulatur im Sinne einer urämischen Myopathie diskutiert. So fand man bei chronischen Dialysepatienten in Muskelbiopsaten eine Atrophie der Typ I und der Typ II Muskel-

fasern sowie degenerative Veränderungen mit deutlichen Veränderungen der Mitochondrien und der normalen Muskelstruktur (39). Bei Nierentransplantierten konnten Horber und Mitarbeiter neben einer Atrophie der Muskelfasern eine vermehrte Einlagerung von Fett in den Muskelzellen nachweisen. Da die Fetteinlagerung mit der Höhe der applizierten Kortisondosis korrelierte, könnte es sich bei diesem Phänomen um eine unerwünschte Wirkung der Glukokortikoide handeln, die von den meisten Patienten nach einer Nierentransplantation zur Unterdrückung einer Abstoßungsreaktion eingenommen werden (32).

Die krankheitsbedingte Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit ist ein besonderes Problem bei der steigenden Zahl von älteren und hochbetagten Patienten, da sie dazu beiträgt, dass diese Patienten die Anforderungen des Alltags nur noch mit fremder Hilfe bewältigen können (34). Pflegebedürftige Dialysepatienten sind vielfach nicht in der Lage, den Weg zur Dialysebehandlung selbständig zurückzulegen. Wenn sie mit einer Trage transportiert werden müssen, ist das nicht nur für die Patienten eine zusätzliche Belastung, sondern auch für die Gesellschaft, da ein liegender Krankentransport im Vergleich zu einer Taxifahrt wesentlich höhere Kosten verursacht (16). Die verminderte körperliche Leistungsfähigkeit führt auch bei jüngeren Patienten zu Behinderungen und beeinträchtigt die Lebensqualität (22). Berufe mit einer großen körperlichen Belastung können unter einer Dialysebehandlung von den Betroffenen in der Regel nicht mehr ausgeübt werden (33). Einschränkungen ergeben sich auch bei der Freizeitgestaltung z.B. bei der Teilnahme an Ausflügen, Sport- oder Tanzveranstaltungen. Eine schlechte körperliche Verfassung kann auch zu Potenzproblemen führen, die bei männlichen Dialysepatienten sehr häufig bestehen.

Bereits Anfang der achtziger Jahre hat man versucht, die körperliche Leistungsfähigkeit chronisch Nierenkranker durch ein körperliches Training zu verbessern (27, 49, 62, 73). In den ersten Studien wurde zunächst mit kleineren Gruppen von 5-15 Dialysepatienten und Patienten mit einer präterminalen Niereninsuffizienz ein Trainingsprogramm über 3 bis 12 Monate durchgeführt, bei der schwerpunktmäßig die allgemeine Ausdauer trainiert wurde. Es konnte gezeigt werden, dass das Training nicht nur die allgemeine Ausdauer positiv beeinflusst, sondern auch den Fett- und Zuckerstoffwechsel und die renale Anämie (9, 28). In der Folgezeit wurde zusätzlich gezeigt, dass auch die Kraft, Koordination und die Flexibilität durch ein körperliches Training verbessert werden können und dass positive Trainingseffekte in allen Stadien sowie unter allen Therapieformen der chronischen Niereninsuffizienz erreichbar sind (11, 17, 36, 55, 57). In neueren Untersuchungen konnte mittels wiederholter Muskelbiopsien gezeigt werden, dass die Verbesserung der muskulären Kraft mit deutlichen strukturellen Veränderungen der Muskulatur einhergeht

(36, 39). So konnten Kouidi und Mitarbeiter zeigen, dass bei chronischen Dialysepatienten durch ein Training nicht nur die Atrophie der Muskelfasern abnimmt, sondern dass sich auch degenerative Veränderungen im Bereich der Muskelfibrillen, Mitochondrien und Kapillaren fast vollständig zurückbilden (39). Einen positiven Einfluss hat ein körperliches Training auch auf die Herz-Kreislauf-Regulation. So sinkt unter einem Ausdauertraining bei hypertensiven Dialysepatienten und Nierentransplantierten der arterielle Blutdruck, sodass die medikamentöse blutdrucksenkende Therapie reduziert oder vollständig beendet werden kann (30, 36, 59). Auch die linksventrikuläre Funktion und die Herzfrequenzvariabilität werden durch das Training positiv beeinflusst (18, 19).

Sport und Bewegung wirken sich bei chronisch Nierenkranken auch positiv auf die psycho-soziale Situation aus. In mehreren Studien konnte bei trainierenden Patienten eine Besserung der häufig nachweisbaren depressiven Verstimmung beobachtet werden, wohingegen sich die Stimmung bei nicht trainierenden Patienten nicht veränderte oder sogar noch im Verlauf verschlechterte (9, 40).

Trotz der vielfach nachgewiesenen positiven Wirkungen von Sport und Bewegung nehmen bisher nur wenige chronisch Nierenkranke an entsprechenden Trainingsprogrammen teil. Bereits 1984 wiesen Shalom und Mitarbeiter darauf hin, dass der Rehabilitationssport trotz seines möglichen Nutzens bei chronisch Nierenkranken nur eine begrenzte Bedeutung hat, weil nur wenige Patienten willens oder in der Lage seien, daran teilzunehmen (66). In dieser Untersuchung hatten nach Information durch die behandelnden Nephrologen von 174 Dialysepatienten nur 17 überwiegend jüngere Patienten ein ambulantes Trainingsprogramm begonnen und nur 14 Patienten regelmäßig über einen Zeitraum von 12 Wochen am Training teilgenommen. Die wichtigsten Gründe für die fehlende Teilnahme waren Zeit- und Transportprobleme bei 40 % der Patienten und bei 31 % der Patienten schwere Begleit- oder Zweiterkrankungen, die ein Training in einer Turnhalle als zu riskant erscheinen ließen (66). Um den Transport zum Training als Hinderungsgrund auszuschließen, wurde in der Folgezeit in einzelnen Dialysezentren den Patienten ein Trainingsprogramm im Dialysezentrum vor der Hämodialysebehandlung angeboten (55). Trotz positiver Trainingseffekte ist es aber nicht gelungen, entsprechende Trainingsprogramme auf Dauer zu etablieren, weil die Patienten, die Zeit, die sie im Dialysezentrum verbringen müssen, möglichst kurz halten wollen und weil Dialysezentren in der Regel nicht über separate Räume verfügen, in denen die Patienten trainieren könnten.

Bereits Mitte der achtziger Jahre gab es erste Versuche, die Zeit der Dialysebehandlung selbst für ein körperliches Training zu nutzen (41, 59). Painter und Mitarbeiter verwendeten dafür ein Fahrradergometer, das vor die Dialyseliege bzw. vor den Dialysestuhl gestellt wurde, auf dem die Patienten während der Hämodialysebehandlung saßen. Die Patienten traten die Tretkurbel von ihrem Dialysestuhl aus. Einzelne junge, leistungsfähige

und hämodynamisch stabile Patienten stiegen sogar bei laufender Dialysebehandlung auf das Fahrradergometer. Krause und Mitarbeiter setzten erstmals Ergometer ein, die am Fußteil der Dialyseliege bzw. des Krankenbetts angebracht wurden und mit denen sich die Patienten liegend oder halbsitzend belasten konnten, ohne ihre Position stark verändern zu müssen (41). Mit beiden Verfahren war es möglich, die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten zu verbessern (41, 59). Dennoch hat sich das Training während der Dialyse zunächst nicht in anderen Dialysezentren durchgesetzt. Die eingesetzten Ergometer waren nicht für den Einsatz am Krankenbett konzipiert. Sie erforderten deshalb von den Patienten und den Therapeuten ein gewisses Maß an Geschicklichkeit und Improvisation. Zusätzlich wird ein alleiniges Ergometertraining von den Trainierenden manchmal schon nach relativ kurzer Zeit als langweilig empfunden und abgebrochen.

Ausgehend von diesen Erfahrungen wurde ein differenzierteres Trainingsprogramm entwickelt, das die Patienten während der Hämodialyse absolvieren können. Dieses Programm beinhaltet neben dem Ergometertraining gymnastische Übungen zur Förderung der Koordination, Flexibilität und Kraft sowie Entspannungsübungen (15). Die Übungen, die zum Teil einen spielerischen Charakter haben, verbessern nicht nur die Kooperation zwischen den Patienten und den Sporttherapeuten, sondern auch die Stimmung und die Kommunikation der Patienten untereinander (15). Neue Ergometer, die eigens für den Einsatz im Bett konzipiert wurden, erleichtern die praktische Durchführung des Trainings und fördern die Compliance der Patienten. Die Geräte besitzen zum Teil einen Elektromotor, mit denen die Patienten auch passiv bewegt werden können. Hierdurch und durch den gezielten Einsatz von gymnastischen Übungen wurde auch hochbetagten und sehr leistungsschwachen Patienten die Teilnahme am Training ermöglicht. Erste Erfahrungen mit einer kleineren Gruppe von überwiegend jüngeren Patienten hatten gezeigt, dass dieses komplexere Training von Hämodialysepatienten über einen längeren Zeitraum absolviert werden kann (15).

In der vorliegenden Untersuchung sollte überprüft werden, ob in einem größeren Dialysezentrum ein körperliches Trainingsprogramm in den Ablauf und die Organisation der Hämodialysebehandlungen integriert werden kann und wie groß das Interesse bzw. die Bereitschaft und Fähigkeit der Patienten ist, das Training zu beginnen und über einen Zeitraum von sechs Monaten regelmäßig durchzuführen. Zusätzlich sollte erfasst werden, wie sich das Training auf die körperliche Leistungsfähigkeit, den Stoffwechsel und die psycho-soziale Situation der Patienten auswirkt.

2. PATIENTEN UND METHODEN

2.1 Patientenkollektiv

Die Untersuchung wurde in einer Dialysepraxis in Gelsenkirchen durchgeführt, in der bei Studienbeginn 124 terminal niereninsuffiziente Patienten (59 Frauen, 65 Männer, Alter $61,7 \pm 13,3$ Jahre) ambulant mit der Hämodialyse behandelt wurden. Allen Patienten wurde der Inhalt und die Zielsetzung des Trainingsprogramms erläutert und angeboten, über einen Zeitraum von 6 Monaten zweimal pro Woche am Training teilzunehmen. Nach einem Zeitraum von 2 Wochen entschieden die Patienten, ob sie in die Trainingsgruppe oder die nicht trainierende Kontrollgruppe aufgenommen werden wollten. Ausschlusskriterien für die Teilnahme am Training waren eine instabile Angina pectoris, ein Myokardinfarkt in den vorausgegangenen 3 Monaten, eine arterielle Hypertonie mit einem systolischen Ruheblutdruck über 180 mm Hg und kardiale Arrhythmien schwerer als Klasse III nach der Lown-Klassifikation.

2.2 Aufbau des Trainingsprogramms

Das Trainingsprogramm bestand aus gymnastischen Übungen zur Verbesserung der Koordination, der Kraft und der Flexibilität sowie aus einem Bett-Ergometertraining zur Verbesserung der allgemeinen Ausdauer und der Kraft der unteren Extremität. Beim Krafttraining wurden dynamische und leichte isometrische Übungen durchgeführt, teilweise unter Verwendung von Gummibändern (Theraband®) und kleinen Gewichten. Im Rahmen des Koordinationstrainings wurden teilweise kleine Geräte wie Igel- und Gymnastikbälle, Luftballons, kleine Sandsäckchen und Papiertücher eingesetzt. Das Flexibilitätstraining umfasste überwiegend aktive Übungen, bei einzelnen Patienten wurden auch passive Dehnübungen durchgeführt.

Für das Ausdauertraining wurden Bett-Ergometer benutzt, die einen Elektromotor besitzen (Therafit®, Firma Medica, Hochdorf). An diesen Geräten kann für die aktive Ergometrie das Drehmoment d.h. der Tretwiderstand in 6 Stufen von 2 Nm auf maximal 8,2 Nm gesteigert werden. Bei einer Drehzahl bzw. Trittfrequenz von 70 Umdrehungen / Minute ergibt sich auf den 6 Belastungsstufen eine Belastung von 15 – 60 Watt. Durch den Elektromotor ist es bei den eingesetzten Bett-Ergometern auch möglich, leistungsschwache Patienten mit einer Drehzahl von 10 – 80 Umdrehungen / Minute passiv zu

bewegen. In diesem Passivmodus kann sich der Trainierende jedoch zu jedem Zeitpunkt auch aktiv belasten, wenn er selbst mit einer höheren Frequenz tritt als mit der für die passive Bewegung am Gerät eingestellten Drehzahl.

Vor Trainingsbeginn wurde bei allen Teilnehmern überprüft, ob sie in der Lage waren, in halbsitzender Position auf dem Bett-Ergometer eine Leistung von 15 Watt über einen Zeitraum von 10 Minuten zu erbringen. Patienten, die diesen initialen Belastungstest vorzeitig beenden mussten, wurden in den ersten Trainingseinheiten mit Hilfe des Elektromotors 15 Minuten lang passiv bewegt. Im Verlauf der Studie wurde dann versucht, in die Passivergometrie 3-5 Intervalle zu integrieren, in denen sich die Patienten eine Minute lang auf der niedrigsten Belastungsstufe d.h. mit 15 Watt aktiv belasteten. Wenn sich die Leistungsfähigkeit der Patienten im Verlauf verbesserte, wurden die Phasen der aktiven Ergometrie verlängert bis die Patienten in der Lage waren, sich 10 Minuten lang mit 15 Watt zu belasten und somit am ausschließlich aktiven Ergometertraining teilzunehmen.

Alle Patienten, die beim Eingangstest auf dem Bett-Ergometer 15 Watt über 10 Minuten treten konnten, belasteten sich von Beginn des Trainingsprogramms an ausschließlich aktiv auf dem Bett-Ergometer. Die Belastung im Training wurde anhand des subjektiven Empfindens der Patienten mit Hilfe der Borg-Skala gesteuert (6, 63). Mit der Borg-Skala bewertet der Patient sein Belastungsempfinden mit RPE (Received Perception of Exertion)-Werten zwischen 6 und 20. Diesen Zahlen sind sprachliche Inhalte zugeordnet von „sehr, sehr leicht“ bis „sehr, sehr schwer“. Der Patient kann das subjektive Belastungsempfinden verbal oder in Zahlen ausdrücken. Die Zahlen entsprechen der ungefähren Herzfrequenz dividiert durch 10, die dem entsprechenden subjektiven Belastungsempfinden im Durchschnitt zuzuordnen ist. Eine Belastung, bei der die Herzfrequenz nur auf 70 ansteigt (RPE-Wert 7), wird im Allgemeinen als „sehr, sehr leicht“ empfunden; eine Belastung, welche die Herzfrequenz auf 130 ansteigen lässt (RPE-Wert 13), als „etwas anstrengend“ und eine Belastung, welche die Herzfrequenz auf 190 ansteigen lässt (RPE-Wert 19) als „sehr, sehr schwer“ (63). In der vorliegenden Studie sollten die Patienten die Belastung im Training als „etwas anstrengend“ empfinden. Dies entspricht einem RPE-Wert von 13 auf der Borg Skala (6, 63). Ausgehend vom initialen Belastungstest wurden so die Belastungsdauer und die Belastungsintensität in Absprache mit den Patienten individuell festgelegt, wobei die initiale Mindestbelastung 15 Watt und die Mindesttrainingsdauer 10 Minuten betrugen. Empfund ein Patient im Verlauf der Studie die Belastung weniger anstrengend als RPE 13, so konnte er wählen, ob er die Trainingsdauer um 5 Minuten verlängern wollte oder ob der Tretwiderstand des Ergometers d.h. die Belastungsintensität um eine Stufe gesteigert werden sollte. Wenn die Patienten bereits eine Trainingsdauer von 30 Minuten erreicht hatten, wurde ihnen von den Physiotherapeuten geraten, die Belastungsintensität zu steigern bis bei den eingesetzten Bettergo-

metern der maximale Tretwiderstand von 8,2 Nm erreicht war. Es handelte sich hierbei jedoch nur um eine Empfehlung. Wenn die Patienten dies wünschten, konnte auch die Dauer der Ergometrie bis auf maximal 60 Minuten ausgedehnt werden. Mit dieser auf die individuellen Wünsche der Patienten ausgerichteten Regelung sollte die Compliance der Patienten bestmöglichst gefördert werden.

Beim Krafttraining wurde zunächst die Wiederholungszahl von initial 5-10 auf maximal 15 gesteigert und danach das Gewicht bzw. der Widerstand des Therabands erhöht.

Das Training wurde in der 2. bis 4. Stunde der Dialysebehandlung unter der Anleitung eines/r geschulten Sporttherapeuten/in durchgeführt. Um Blutdruckabfälle und Krämpfe bei den teilnehmenden Patienten zu vermeiden, wurde in der letzten Stunde der Dialysebehandlung grundsätzlich nicht trainiert. Je nach Leistungsfähigkeit und Motivation der Patienten dauerten die Trainingseinheiten 30 bis 75 Minuten, wobei jeweils 15 bis 30 Minuten auf die Gymnastik und 10 bis 60 Minuten auf das Ergometertraining entfielen. Während jeder Trainingseinheit wurden für jeden Patienten die Dauer der Trainingseinheit insgesamt sowie die beim Ergometertraining erreichte Belastung und Trainingsdauer protokolliert. Während des Ergometertrainings wurden nach 10 Minuten die Herzfrequenz und der Blutdruck gemessen, um die Herzkreislaufverhältnisse im steady state zu kontrollieren.

2.3 Klinisch-chemische Parameter

Um Trainingseffekte auf die renale Anämie und den Fettstoffwechsel beurteilen zu können, wurden der Hämoglobingehalt, die wöchentliche Erythropoietin - Dosis, das gesamte Serumcholesterin und die Serum-Triglyceride vor Beginn und am Ende der 6-monatigen Trainingsperiode bestimmt.

2.4 Psychologische Testverfahren

Aus den Patienten der Trainings- und Kontrollgruppe wurden 28 Paare gebildet, die hinsichtlich Alter, Geschlecht, Dauer der dialysepflichtigen Niereninsuffizienz und der renalen Grunderkrankung übereinstimmten, wobei hinsichtlich des Alters eine Abweichung von ± 5 Jahren und hinsichtlich der Grundkrankheit eine Abweichung von ± 2 Patienten in jeder Gruppe toleriert wurde. Bei den insgesamt 56 Patienten wurde zu Beginn und am Ende des Trainingsprogramms eine anonyme Befragung mittels standardisierter Fragebögen

durchgeführt. Zur Beurteilung der allgemeinen Lebensqualität wurde der Medical Outcomes Study Short-Form (SF) 36-Item Health Survey (SF-36) eingesetzt. Der SF-36 ist ein krankheitsübergreifendes Instrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Es handelt sich um einen Fragebogen mit 36 Fragen und Aussagen (Items), von denen der Patient durch Ankreuzen der entsprechenden Antwortalternativen angeben soll, ob bzw. in welchem Umfang sie für ihn zutreffen. Der SF-36 erfasst mit unterschiedlichen Itemzahlen die 8 Dimensionen der subjektiven Gesundheit: körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, körperliche Schmerzen, allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, soziale Funktionsfähigkeit, emotionale Rollenfunktion, psychisches Wohlbefinden sowie mit einem Item die Veränderung des Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr. Die Auswertung erfolgt über die Addition der angekreuzten Itembeantwortungen pro Skala, wobei für einige Skalen spezielle Gewichtungen einbezogen werden. Für die Auswertung wird ein computerisiertes Auswertprogramm eingesetzt, das sowohl die Zusammenfassung der Skalen als auch deren Addition bzw. Gewichtung expliziert. Zusätzlich werden alle Skalen in Werte zwischen 0 und 100 transformiert, wobei für jeden der 8 Bereiche der maximal erreichbare Score-Wert von 100 das bestmögliche Funktionieren oder die geringste subjektive Beeinträchtigung bedeutet (8). Die Antworten auf die Fragen des SF-36 können in zwei übergeordnete Skalen zusammengefasst werden. Dadurch ergibt sich ein Punktwert für die physische Komponente und ein Wert für die psychische Komponente. Für die vorliegende Untersuchung wurde die offizielle deutsche Version des SF-36 benutzt (8).

Zur Erfassung der krankheitsbedingten psychischen Belastung der Patienten wurde der Brief Symptom Inventory (BSI) eingesetzt. Es ist ebenfalls ein Selbstbeurteilungsverfahren, das sich aus 53 Fragen (Items) zusammensetzt. Der Untersuchte kann auf einer fünfstufigen Likert-Skala zwischen „0 = überhaupt nicht“ bis „4 = stark“ angeben, wie stark er in den vergangenen sieben Tagen von den in den Fragen genannten Problemen und Beschwerden gestört oder bedrängt wurde.

Die psychische Belastung wird in den neun primären Symptomenkomplexen Somatisierung, Zwanghaftigkeit, Unsicherheit im Sozialkontakt, Depressivität, Ängstlichkeit, Aggressivität/Feindseligkeit, phobische Angst, paranoides Denken und Psychotizismus erfasst und durch die drei globalen Scores GSI (Global Severity Index), PSDI (Positive Symptom Distress Index) und PST (Positive Symptom Total) angegeben. Hierbei misst der GSI die grundsätzliche psychische Belastung, der PSDI die Intensität der Antworten und der PST gibt Auskunft über die Anzahl der Symptome, bei denen eine Belastung vorliegt. Ein Patient gilt als psychisch auffällig belastet, wenn der T-Wert des GSI ($T_{\text{GSI}} \geq 63$) oder die T-Werte bei mindestens 2 Skalen ($T_{2\text{Skalen}} \geq 63$) sind (23).

2.5 Bewertung des Trainingsprogramms durch das Pflegepersonal

Am Ende des 6-monatigen Trainingsprogramms wurde das Pflegepersonal des Dialysezentrums in Gelsenkirchen gebeten, anonym einen Fragebogen zu beantworten, um das Trainingsprogramm insgesamt sowie dessen Einfluss auf die Patienten und auf den Ablauf der Hämodialysebehandlung zu beurteilen. Derselbe Fragebogen wurde in zwei weiteren Dialysezentren in Essen und Oberhausen eingesetzt. In diesen Dialysezentren war das Trainingsprogramm entwickelt und an einer kleineren Patientenzahl getestet worden. Aufgrund dessen hatte das Pflegepersonal der Dialysezentren in Essen und Oberhausen zum Zeitpunkt der Befragung bereits eine Erfahrung von 2- 2,5 Jahren mit dem Trainingsprogramm. Aus beiden Zentren wurden für die vorliegende Studie keine Patientendaten verwertet.

Insgesamt wurden 48 Pflegekräfte befragt, von denen 24 im Dialysezentrum in Gelsenkirchen, 11 im Dialysezentrum in Essen und 13 im Dialysezentrum in Oberhausen tätig waren.

Der Fragebogen umfasste insgesamt 14 Fragen. Zunächst war das Trainingsprogramm als ganzes in Anlehnung an schulische Zensuren mit einer Note von „1 = sehr gut“ und „6 = ungenügend“ zu benoten und anzugeben, ob die Patienten vom Sportangebot generell profitieren. Weiterhin zu beurteilen waren der Einfluss des Sportprogramms auf die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten und auf die Stimmung von Patienten und Pflegepersonal, die potentiellen Risiken des Trainings sowie die tatsächlich in der Sportpraxis beobachteten Zwischenfälle. Abschließend konnten die Pflegekräfte angeben, ob das Training den Verlauf und den organisatorischen Ablauf der Dialysebehandlung beeinflusst und ob sie bereit wären, die Sporttherapeuten bei der Durchführung des Sportprogramms aktiv zu unterstützen (Abb. 1).

Abb. 1**Fragebogen zur Beurteilung des Sportprogramms während der Hämodialyse durch das Pflegepersonal**

1. **Wie beurteilen Sie das Angebot an die Patienten, während der Hämodialyse zu trainieren?**

Geben sie wie in der Schule eine Note von „1 = sehr gut“ bis „6 = ungenügend

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

2. **Meinen Sie, daß die Patienten vom Sportangebot generell profitieren?**

- 1 sehr stark
- 2 deutlich
- 3 ein wenig
- 4 weder noch
- 5 haben eher Nachteile
- 6 sehr starke Nachteile

3. **Ist nach Ihrer Einschätzung die körperliche Leistungsfähigkeit durch das Sportprogramm zu beeinflussen?**

- 1 sehr starke Verbesserung
- 2 deutliche Verbesserung
- 3 leichte Verbesserung
- 4 kein Einfluß
- 5 Verschlechterung
- 6 sehr starke Verschlechterung

4. **Werden die psychische Situation und die Stimmung von Hämodialysepatienten durch ein Sportprogramm beeinflusst?**

- 1 sehr starke Verbesserung
- 2 deutliche Verbesserung
- 3 leichte Verbesserung
- 4 kein Einfluß
- 5 Verschlechterung
- 6 sehr starke Verschlechterung

5. **Welche Risiken sehen Sie, wenn ein Dialysepatient während der Hämodialyse am Sportprogramm teilnimmt?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. **Meinen Sie, daß das Sportprogramm während der Dialyse die Patienten gefährdet?**

- 1 sehr starke Gefährdung
- 2 starke Gefährdung
- 3 geringe Gefährdung
- 4 keine Gefährdung

7. **Haben Sie schon Zwischenfälle beobachtet während des Sportprogramms? Wenn ja welche:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. **Wie wird die allgemeine Stimmung in der Dialyseeinheit beeinflusst?**

- 1 sehr starke Verbesserung
- 2 deutliche Verbesserung
- 3 leichte Verbesserung
- 4 kein Einfluß
- 5 Verschlechterung
- 6 sehr starke Verschlechterung

9. **Welchen Einfluß hat der Dialysesport auf die Stimmung der teilnehmenden Patienten?**

- 1 sehr starke Verbesserung
- 2 deutliche Verbesserung
- 3 leichte Verbesserung
- 4 kein Einfluß
- 5 Verschlechterung
- 6 sehr starke Verschlechterung

10. **Welchen Einfluss hat der Dialysesport auf die Stimmung der Patienten, die nicht daran teilnehmen?**
- 1 sehr starke Verbesserung
 - 2 deutliche Verbesserung
 - 3 leichte Verbesserung
 - 4 kein Einfluß
 - 5 Verschlechterung
 - 6 sehr starke Verschlechterung
11. **Welchen Einfluss hat der Dialysesport auf die Stimmung des Pflegepersonals?**
- 1 sehr starke Verbesserung
 - 2 deutliche Verbesserung
 - 3 leichte Verbesserung
 - 4 kein Einfluß
 - 5 Verschlechterung
 - 6 sehr starke Verschlechterung
12. **Wie beeinflusst das Sportprogramm den Verlauf der Dialysebehandlung (z.B. Befinden, Kreislaufstabilität, Blutfluss usw.)?**
- 1 sehr günstiger Einfluss
 - 2 günstiger Einfluss
 - 3 leichte Verbesserung
 - 4 kein Einfluss
 - 5 Verschlechterung
 - 6 sehr starke Verschlechterung
13. **Wie beeinflusst das Sportprogramm den organisatorischen Ablauf der Dialysebehandlung?**
- 1 sehr günstiger Einfluss
 - 2 günstiger Einfluss
 - 3 leichte Verbesserung
 - 4 kein Einfluß
 - 5 Verschlechterung
 - 6 deutliche Verschlechterung
14. **Würden Sie als Krankenschwester/-pfleger die Sporttherapeuten bei der Durchführung des Sportprogramms unterstützen?**
- 1 sehr gerne
 - 2 gerne
 - 3 nur in Ausnahmefällen
 - 4 nicht so gerne
 - 5 eher nicht
 - 6 auf keinen Fall

2.6 Statistische Auswertung

Angegeben sind jeweils Mittelwerte und Standardabweichung. Ob in der Trainingsgruppe bei den leistungsphysiologischen und klinisch-chemischen Parametern Unterschiede zu den Ausgangswerten auftraten, wurde mittels Student's t-Test für ungepaarte Messungen überprüft. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Stat View[®] Programm der Firma Abacus.

Bei der Auswertung der psychometrischen Fragebögen wurden für die Häufigkeitsskalen der Fragen alle Daten als Mittelwerte \pm Standardabweichung angegeben. Um signifikante Veränderungen zu erfassen, wurde eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA, matched pairs gepaarte Beobachtung: A. Training während der Dialyse, B. kein Training während der Dialyse; und wiederholte Messungen: vor und nach 6-monatigem Training) durchgeführt. Um zu überprüfen, ob die Gruppenunterschiede unabhängig waren von den demographischen Faktoren Geschlecht und Alter sowie den klinischen Variablen Ursache und Dauer der dialysepflichtigen Niereninsuffizienz, wurden zusätzliche Varianzanalysen durchgeführt mit diesen demographischen und klinischen Variablen als Kovariaten.

3. ERGEBNISSE

3.1. Entscheidung der Patienten über die Trainingsteilnahme

Von den 124 befragten Patienten entschieden sich 59 Patienten (31 Männer, 28 Frauen) für die Teilnahme am Trainingsprogramm und 65 Patienten (34 Männer, 31 Frauen) dagegen. In der Trainingsgruppe betrug das mittlere Alter der Patienten $62,7 \pm 11,6$ Jahre, in der nicht trainierenden Kontrollgruppe $60,8 \pm 13,8$ Jahre (n.s.). Älter als 60 Jahre waren in der Trainingsgruppe 36 Patienten (20 Männer, 16 Frauen). Das durchschnittliche Lebensalter dieser Gruppe betrug $70,4 \pm 6,4$ Jahre. In der Kontrollgruppe war der Anteil der Patienten mit einem Diabetes mellitus (17 von 65 Patienten = 26 %) höher als in der Trainingsgruppe (9 von 59 Patienten = 15 %). Hinsichtlich der Dauer der dialysepflichtigen Niereninsuffizienz und der wöchentlichen Behandlungszeit bestand kein signifikanter Unterschied zwischen der Trainings- und der Kontrollgruppe (Tab. 1).

Tab. 1

Patientencharakteristik der Trainingsgruppe und der nicht trainierenden Kontrollgruppe

	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe
Patientenzahl (N)	59	65
Alter (Jahre)	$62,7 \pm 11,6$	$60,8 \pm 13,8$
Männer (N)	31	34
Frauen (N)	28	31
Diabetische Nephropathie (N)	9	17
Chronische Glomerulonephritis (N)	21	21
Pyelonephritis (N)	3	3
Vaskuläre Nephropathie (N)	13	15
Polyzystische Nierenerkrankung (N)	8	5
andere Ursachen der Niereninsuffizienz (N)	5	4
Dauer der terminalen Niereninsuff. (Jahre)	$3,8 \pm 2,9$	$3,0 \pm 2,8$
Dialysezeit (Stunden/ Woche)	$12,5 \pm 1,4$	$13,1 \pm 5,5$

3.2. Teilnahmehäufigkeit am Training in Abhängigkeit von Geschlecht, Lebensalter und Leistungsfähigkeit vor Trainingsbeginn

Die Patienten der Trainingsgruppe nahmen im Verlauf des 6-monatigen Trainingsprogramms im Mittel an 31 ± 16 der insgesamt 48 Trainingseinheiten teil, was einer mittleren Teilnahmehäufigkeit von 60 ± 31 ($6 - 100$) % entspricht. Die Trainingsteilnahme war bei Männern (65 ± 32 %) und Frauen (55 ± 29) nicht signifikant verschieden. Die über 60 Jahre alten Patienten ($N = 36$) nahmen an 57 ± 31 % aller Trainingseinheiten teil, die jüngeren Patienten ($N = 23$) an 65 ± 31 % der Trainingseinheiten (n.s.). Wie die Teilnahmehäufigkeit bei den Männern und Frauen der gesamten Trainingsgruppe verteilt war, zeigt Tab. 2.

Tab. 2
Verteilung der Teilnahmehäufigkeit bei den Männern und Frauen der gesamten Trainingsgruppe

Teilnahmehäufigkeit (in % aller Trainingseinheiten)	Frauen (N)	Männer (N)
0 % -25%	6	5
25%-50%	6	5
50%-75%	8	7
75%-100%	8	14

Von den 59 Patienten der Trainingsgruppe hatten vor Trainingsbeginn 42 Patienten eine relativ gute Leistungsfähigkeit bei der Belastung auf dem Bett-Ergometer. Sie waren in der Lage, eine Leistung von 15 Watt über 10 Minuten zu erbringen und sich im Training von Anfang an ausschließlich aktiv zu belasten (Aktivtrainingsgruppe). Bei diesen relativ gut belastbaren Patienten betrug die Teilnahmehäufigkeit im Mittel $65 \pm 31\%$. Bei den 17 Patienten, die diese Leistung nicht erreichten und die zunächst mit einem passiven Ergometertraining begannen (Passivtrainingsgruppe), war die Trainingsteilnahme mit im Mittel 48 ± 29 % geringer ($p > 0,05$). Die Verteilung der Teilnahmehäufigkeit bei den Männern und Frauen der Aktiv- und der Passivtrainingsgruppe zeigen die Tabellen 3 und 4.

Tab. 3**Verteilung der Teilnahmehäufigkeit bei den relativ leistungsstarken Männern und Frauen (Aktivtrainingsgruppe)**

Teilnahmehäufigkeit (in % aller Trainingseinheiten)	Frauen (N)	Männer (N)
0-25%	2	4
25%-50%	5	3
50%-75%	4	5
75%-100%	6	13

Tab. 4**Verteilung der Teilnahmehäufigkeit bei den sehr leistungsschwachen Männern und Frauen (Passivtrainingsgruppe)**

Teilnahmehäufigkeit (in % aller Trainingseinheiten)	Frauen (N)	Männer (N)
0-25%	4	1
25%-50%	1	2
50%-75%	4	2
75%-100%	2	1

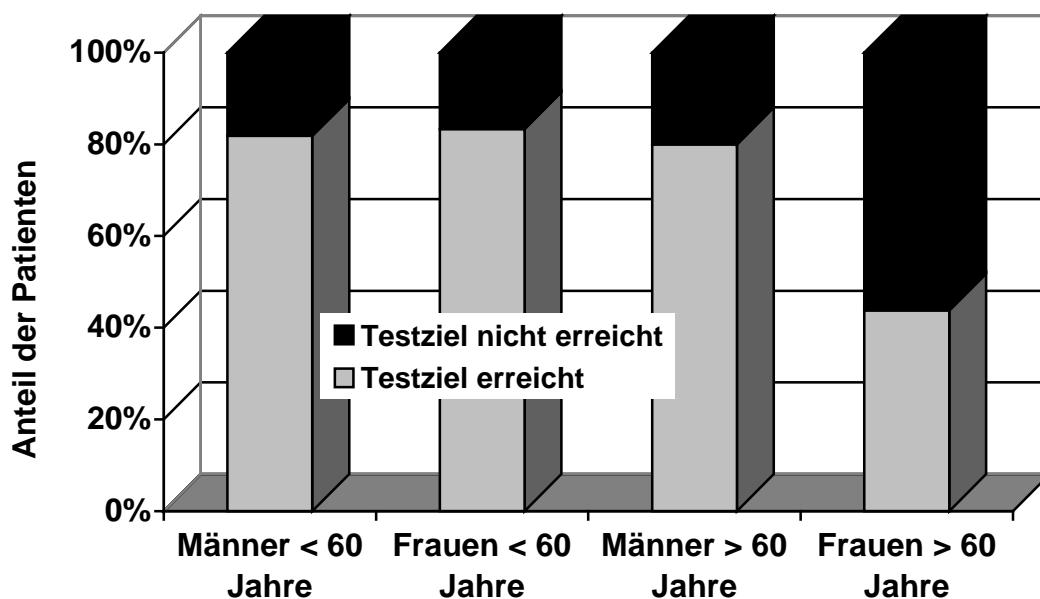
3.3 Einfluss des Trainings auf die Ausdauerleistungsfähigkeit**3.3.1 Ausdauerleistungsfähigkeit vor Trainingsbeginn in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht**

Von den 23 unter 60-jährigen Patienten waren vor Beginn des Trainingsprogramms 19 (83 %) in der Lage, auf dem Bett-Ergometer eine Leistung von 15 Watt über 10 Minuten zu erbringen und erfüllten damit die Voraussetzung für das ausschließlich aktive Ergo-

metertraining. In dieser Altersgruppe gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen hinsichtlich des Anteils der relativ leistungsfähigen Patienten (80 % versus 81 %). Von den 36 Patienten, die 60 Jahre oder älter waren, konnten 23 (64 %) am Aktiv-Ergometertraining teilnehmen. Es bestand aber ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern. Während 16/20 (75 %) der älteren Männer in der Lage waren, sich mit 15 Watt über 10 Minuten zu belasten, erfüllten nur 7 der 16 über 60-jährigen Frauen (44%) dieses Kriterium. Die anderen 9 Frauen (56 %) über 60 Jahre mussten wegen einer zu geringen Ausdauerleistungsfähigkeit mit einem passiven Ergometertraining bzw. einer Mischung aus passiver und aktiver Ergometrie beginnen. Insgesamt waren 17/59 (29 %) Patienten bei der Voruntersuchung nicht in der Lage, sich ausreichend intensiv und lange auf dem Bett-Ergometer zu belasten, um mit einem Aktiv-Ergometertraining beginnen zu können (Abb. 2).

Abb. 2

Ergebnis des Belastungstests auf dem Bettergometer vor Trainingsbeginn in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht der Patienten. Testziel war eine Mindestleistung von 15 Watt über 10 Minuten.

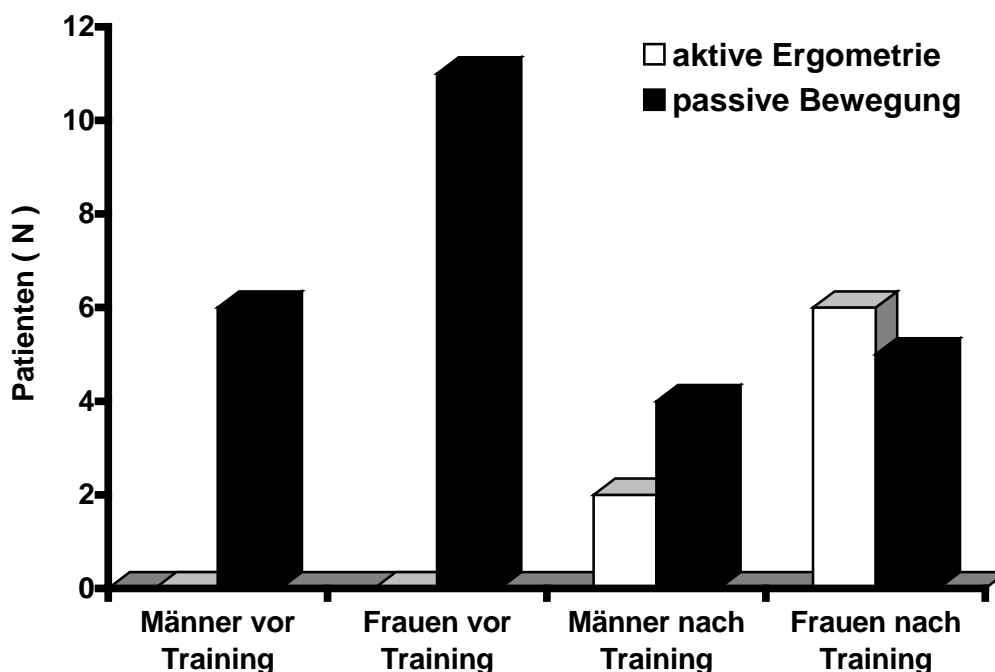


3.3.2 Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei den gering belastbaren Patienten (Passivgruppe)

Von den 17 Patienten (11 Frauen, 6 Männer), die mit dem Passiv-Ergometertraining begannen, verbesserte sich im Verlauf des Trainingsprogramms bei 8 Patienten (6 Frauen, 2 Männer) die allgemeine Ausdauer so stark, dass sie sich auf dem Bett-Ergometer mit mindestens 15 Watt über 10 Minuten belasten konnten und auf ein ausschließlich aktives Ergometertraining wechseln konnten (Abb. 3). Diese 8 Patienten waren im Mittel $71,5 \pm 6,8$ Jahre alt. Alle 6 Frauen waren über 60 Jahre alt. Die Leistungsentwicklung dieser 6 Frauen führte dazu, dass am Ende des Trainingsprogramms bei den über 60-jährigen Frauen der Anteil der aktiv ergometrierenden Patienten von 44 auf 81 % angestiegen war. 9 Patienten (5 Frauen, 4 Männer) erreichten während des Trainingsprogramms nicht die Voraussetzungen für die rein aktive Ergometrie. Diese Patienten waren im Mittel $64,9 \pm 10,8$ Jahre alt, sodass bei den leistungsschwachen Patienten das Alter und Geschlecht keinen Einfluß auf die Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit hatten.

Abb. 3

Entwicklung der Ausdauerleistung bei den sehr schwach belastbaren Männern und Frauen



Deutliche Unterschiede gab es zwischen den Patienten, die ihre Leistungsfähigkeit verbesserten und denen, die dazu nicht in der Lage waren hinsichtlich der Trainingsteil-

nahme. Die 9 Patienten mit dem fehlenden Leistungszuwachs nahmen im Mittel lediglich an $27,6 \pm 16$ (12-54) % der Trainingseinheiten teil, wohingegen bei den 8 Patienten, die zur aktiven Ergometrie wechseln konnten, die mittlere Trainingshäufigkeit $71,2 \pm 22,6$ (31-98) % betrug. Die Verteilung der Teilnahmehäufigkeit in beiden Gruppen ist in Tab. 5 aufgelistet. Es zeigt sich, dass 7 von 9 Patienten (78%), die an mehr als 50% der Trainingseinheiten teilnahmen, zur Aktivergometrie wechseln konnten, während von den 5 Patienten, die an weniger als 25% der Trainingseinheiten teilnahmen, keiner und von den 3 Patienten, die an 25-50% der Trainingseinheiten teilnahmen, nur einer dieses Trainingsziel erreichte. Bei einem Patienten, der von der Passiv- zur Aktivergometrie wechselte, verbesserte sich im Verlauf des Trainingsprogramms die körperliche Verfassung so deutlich, dass er für die Fahrten zur Dialysebehandlung nicht mehr einen liegenden Krankentransport benötigte, sondern ein normales Taxi benutzen konnte.

Tab. 5

Verteilung der Teilnahmehäufigkeit bei den Frauen und Männer der Passivtrainingsgruppe aufgeschlüsselt danach, ob die Patienten zur aktiven Ergometrie wechseln konnten (PA) oder ob sie dieses Ziel nicht erreichten (PP)

Teilnahmehäufigkeit (in % aller Trainingseinheiten)	Frauen (N)		Männer (N)	
	PA	PP	PA	PP
0-25%	0	4	0	1
25%-50%	0	1	1	1
50%-75%	4	0	0	2
75%-100%	2	0	1	0

3.3.3. Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei den besser belastbaren Patienten (Aktivgruppe)

Bei den 42 Patienten (17 Frauen, 25 Männer), die sich von Anfang an aktiv auf dem Bett-Ergometer belasten konnten, stiegen bei gleichem Belastungsempfinden (Borg-Skala RPE-Wert 13) die Trainingsbelastung von im Mittel $26,5 \pm 6,0$ Watt auf $46,0 \pm 12,4$ Watt und der Trainingsdauer von $14,0 \pm 3,2$ Minuten auf $31,8 \pm 13,5$ Minuten (Abb. 4 a + b). Die Verbesserung der Trainingsleistung war bei Männern ($26,5 \pm 6,0$ Watt auf $44,5 \pm 12,4$

Watt und $14,6 \pm 2,5$ Minuten auf $32,6 \pm 13,2$ Minuten) und Frauen ($26,5 \pm 6,3$ Watt auf $48,2 \pm 12,5$ Watt und $13,2 \pm 3,9$ Minuten auf $30,5 \pm 14,3$ Minuten) annähernd gleich (Abb. 4). Bei den 19 Patienten (10 Frauen, 9 Männer) unter 60 Jahren stiegen die Trainingsleistung von initial $27,1 \pm 5,8$ Watt auf $47,9 \pm 13,0$ Watt und der Trainingsumfang von $14,7 \pm 3,5$ Minuten auf $33,9 \pm 14,7$ Minuten an. Bei den 23 Patienten über 60 Jahren war ein Anstieg von $26 \pm 6,2$ Watt auf $44,4 \pm 12$ Watt und von $13,5 \pm 2,8$ Minuten auf $30 \pm 12,5$ Minuten zu beobachten. Somit ergab sich in den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied im Bezug auf die Veränderungen der Trainingsbelastung und Trainingsdauer.

Abb. 4 a

Entwicklung der Trainingsbelastung bei den Patienten, die sich beim Training ausschließlich aktiv auf dem Bettergometer belasteten

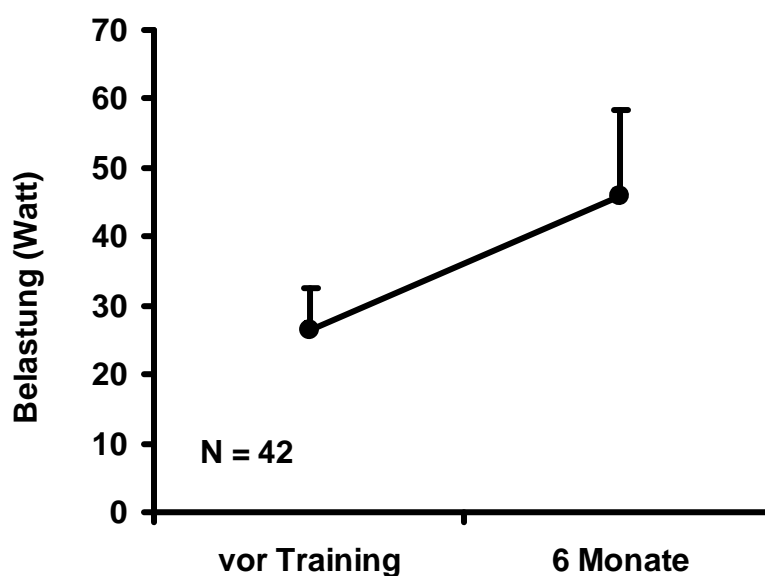


Abb. 4 b

Entwicklung der Trainingsdauer bei den Patienten, die sich beim Training ausschließlich aktiv auf dem Bettergometer belasteten.

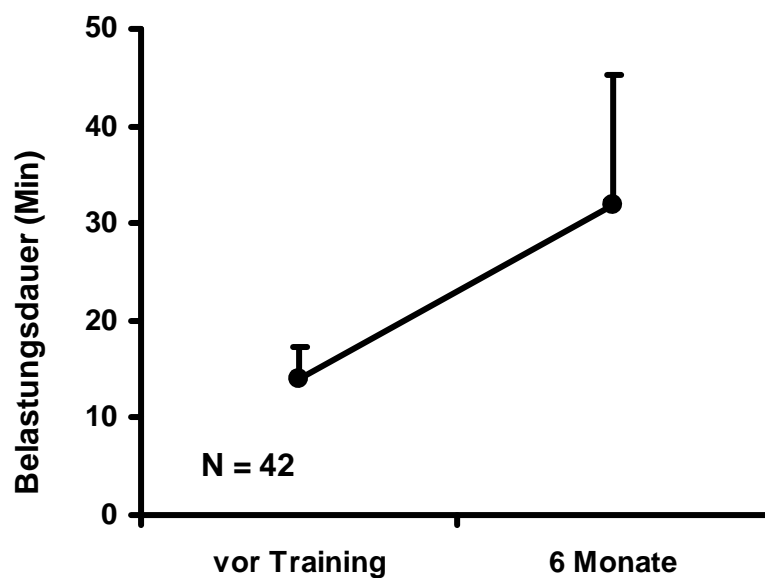


Abb. 5 a

Entwicklung der Trainingsbelastung beim aktiven Bettergometertraining in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten.

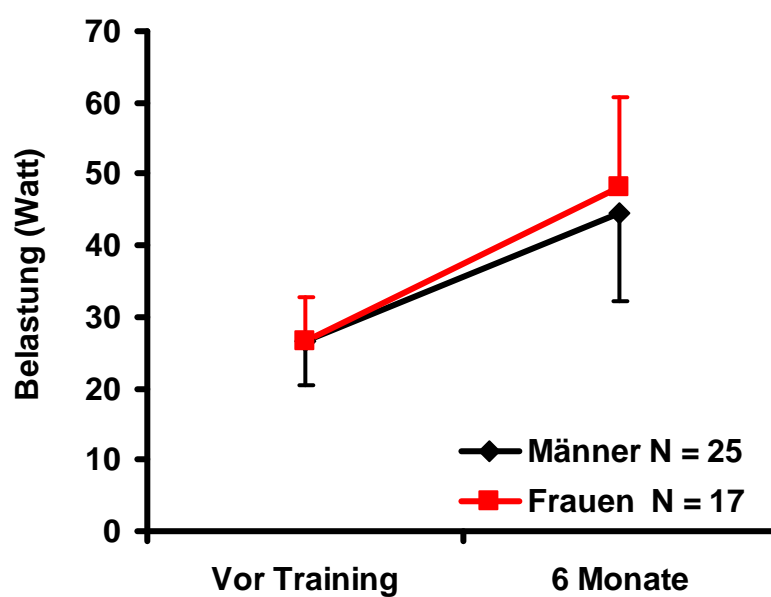
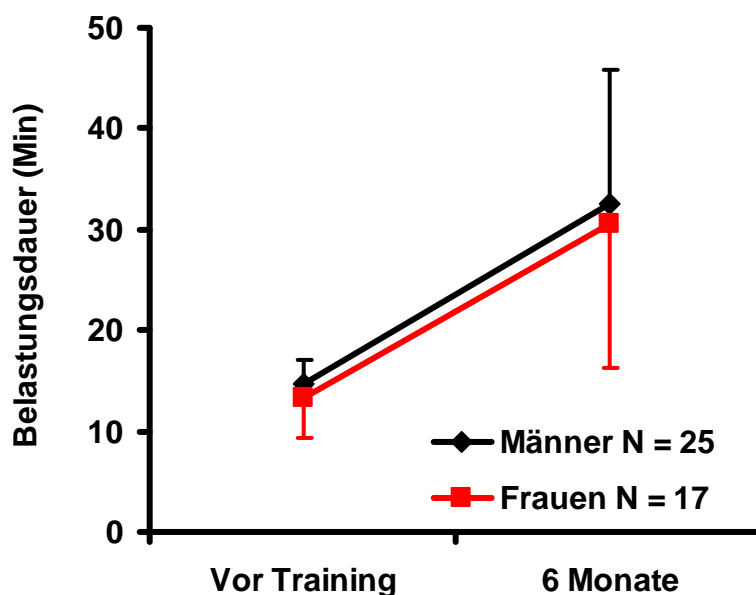


Abb. 5 b

Entwicklung der Trainingsdauer beim aktiven Bettergometertraining in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten.



Auch beim Aktivergometertraining zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Leistungsentwicklung und der Trainingsteilnahme. Sowohl für die Zunahme der Trainingsbelastung als auch für die Zunahme der Trainingsdauer fand sich eine signifikant positive Korrelation mit der Trainingshäufigkeit (Abb. 6 a + b). So stiegen bei den 6 Patienten, die an weniger als 25 % der Trainingseinheiten teilnahmen, die Trainingsbelastung und die Trainingsdauer im Mittel lediglich um $6,3 \pm 15,5$ Watt bzw. um $3,3 \pm 5,1$ Minuten an. Im Vergleich dazu betrugen die Anstiege bei den 8 Patienten, die an 25-50% der Trainingseinheiten teilnahmen $14,3 \pm 11$ Watt und $11,9 \pm 5,9$ Minuten, bei den 9 Patienten, die an 50-75% der Trainingseinheiten teilnahmen $17,7 \pm 8,4$ Watt und $19,4 \pm 12,6$ Minuten und bei den 19 Patienten, die an 75-100% der Trainingseinheiten teilnahmen $26,6 \pm 8,3$ Watt und $24 \pm 11,3$ Minuten.

Abb. 6 a

Veränderungen der Trainingsbelastung beim Aktivergometertraining in Abhängigkeit von der Teilnehmehäufigkeit am Training

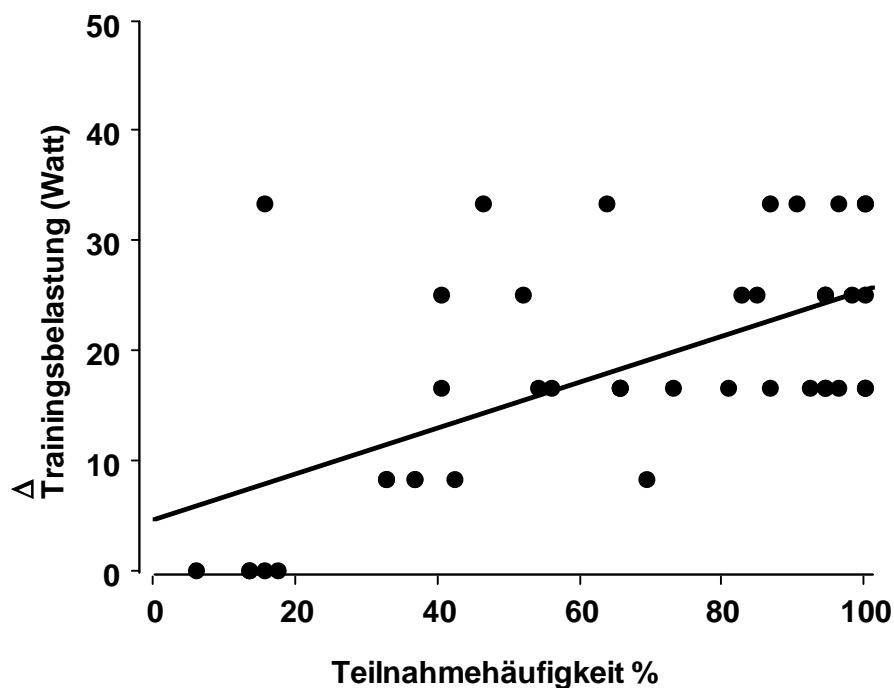
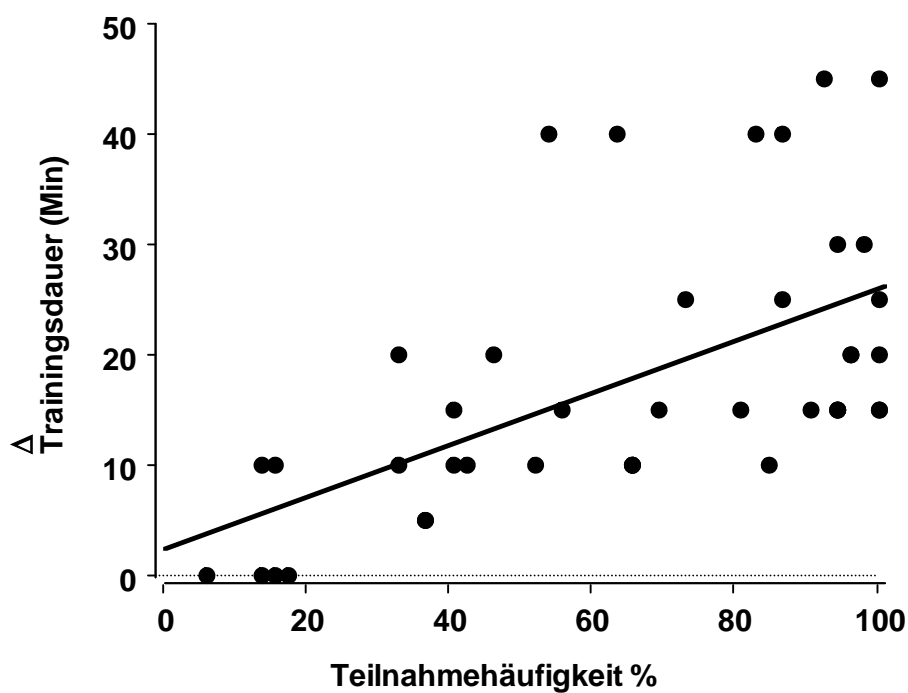


Abb. 6 b

Veränderung der Trainingsdauer beim Aktivergometertraining in Abhängigkeit von der Teilnehmehäufigkeit am Training



3.4. Auswirkung des körperlichen Trainings auf die renale Anämie und den Fettstoffwechsel

Vor Trainingsbeginn bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen der Trainings- und der Kontrollgruppe. Auch im Verlauf traten sowohl innerhalb der beiden Gruppen als auch zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Veränderungen in der Hämoglobinkonzentration, der wöchentlichen Erythropoietin-Dosis, dem gesamten Serum-Cholesterin und den Serum-Triglyzerid-Konzentrationen auf (Tab. 6).

Tab. 6

Parameter des Fettstoffwechsels und der renalen Anämie in der Trainings- und der nicht trainierenden Kontrollgruppe vor und am Ende des 6-monatigen Trainingsprogramms.

	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe
Hämoglobin vor Training (g/dl)	10,0 ± 1,6	9,6 ± 1,6
Hämoglobin nach Training (g/dl)	10,3 ± 1,5	9,9 ± 1,6
Erythropoietin-Dosis vor Tr. (I.E. / Woche)	4983 ± 3980	4830 ± 4005
Erythropoietin-Dosis nach Tr. (I.E. / Woche)	5086 ± 3886	5050 ± 3989
Ges. Serum-Cholesterin vor Tr. (mg/dl)	205 ± 48	198 ± 45
Ges. Serum-Cholesterin nach Tr. (mg/dl)	197 ± 43	192 ± 49
Serum-Triglyzeride vor Training (mg/dl)	183 ± 123	180 ± 94
Serum-Triglyzeride nach Training (mg/dl)	191 ± 130	184 ± 110

3.5. Auswirkung des körperlichen Trainings auf Lebensqualität und psychische Situation

3.5.1 Psychologische Testverfahren: Patientengruppen

Nach Bildung von 28 Paaren aus den Patienten der Trainings- und der Kontrollgruppe für die psychologischen Untersuchungen betrug in diesen beiden Untergruppen bei den trainierenden Patienten das mittlere Alter 62 ± 14 (34-88) Jahre und in der nicht trainierenden

den Kontrollgruppe 60 ± 14 (36-83) Jahre. In beiden Gruppen war der Anteil der Männer und Frauen mit jeweils 50 % gleich hoch und jeweils 9 Patienten (32 %) hatten als Grundkrankheit eine chronische Glomerulonephritis. In der Trainingsgruppe wurden die Patienten im Mittel seit 37 ± 40 Monaten mit der Hämodialyse behandelt und in der Kontrollgruppe im Mittel seit 31 ± 29 Monaten (n.s.).

3.5.2 Ergebnisse der psychologischen Testverfahren

Die Skalenwerte des SF-36 waren in der Trainingsgruppe in den beiden Summenskalen wie auch in fast allen Subskalen nach dem Training im Vergleich zu den Ausgangswerten höher, während in der nicht trainierenden Kontrollgruppe die Skalenwerte unverändert oder sogar niedriger waren (Tab. 7). Die Veränderungen waren aber wegen der breiten Streuung der Messwerte und der relativ kleinen Zahl der Untersuchten statistisch nicht signifikant.

Mit Hilfe des BSI wurde vor Trainingsbeginn in der Trainingsgruppe mit 16/28 (57%) Patienten und in der Kontrollgruppe mit 15/28 (54%) Patienten ein fast identischer Anteil von Patienten mit einer starken psychischen Belastung festgestellt.

Im Gegensatz hierzu zeigte sich nach dem Training ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Gruppen (χ^2 Test, $p < 0,05$). In der Trainingsgruppe hatte sich der Anteil der psychisch stark belasteten Patienten auf 7 von 28 Patienten (25 %) verringert, wohingegen er sich in der Kontrollgruppe nicht verändert hatte (Tab. 8).

Tab. 7
Ergebnis des SF-36 in der Trainingsgruppe und der nicht trainierenden Kontrollgruppe vor und nach 6 Monaten Training.

	Trainingsgruppe (N = 28)		Kontrollgruppe (N = 28)		F1	F2	F1xF2
	vor	6 Monate	vor	6 Monate			
GPH	34 ± 10	38 ± 9	31 ± 10	30 ± 10	.01	-	-
GME	44 ± 11	49 ± 11	43 ± 12	41 ± 12	-	-	.05
KÖFU	40 ± 11	48 ± 29	32 ± 25	33 ± 24	-	.05	-
KÖRO	28 ± 41	39 ± 40	29 ± 41	32 ± 41	-	-	-
SCHM	57 ± 32	58 ± 36	47 ± 31	42 ± 28	-	-	-
AGES	41 ± 22	43 ± 15	34 ± 15	36 ± 17	-	-	-
VITA	42 ± 22	47 ± 25	35 ± 21	30 ± 19	.05	-	.05
SOFU	62 ± 33	65 ± 33	67 ± 29	54 ± 31	-	-	.01
EMRO	37 ± 47	50 ± 46	42 ± 46	43 ± 45	-	-	-
PSYC	63 ± 21	61 ± 25	55 ± 23	51 ± 22	-	-	-

F1 = Training (ja versus nein)

F2 = wiederholte Messung

F1 x F2 = Interaktion

Name

GPH = Globale Physische Lebensqualität

GME = Globale Psychische Lebensqualität

T-Scores:

Normalbevölkerung: Mean = 50 ± 10

geringer score = geringe Lebensqualität

KÖFU = Körperliche Funktion

KÖRO = Körperliche Rollenfunktion

SCHM = Körperliche Schmerzen

AGES = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung

VITA = Vitalität

SOFU = Soziale Funktionsfähigkeit

EMRO = Emotionale Rollenfunktion

PSYC = Psychisches Wohlbefinden

bei diesen 8 Skalen: Werte von „0 = am niedrigsten“ bis „100 = am höchsten“

Tab. 8
Ergebnis des Brief Symptom Inventory – Test (BSI): Zahl der psychisch stark belasteten Patienten in der Trainings- und in der Kontrollgruppe vor und nach Training

	Trainings- gruppe (n = 28)	Kontroll- gruppe (n = 28)
vor Training ¹		
Psychisch stark belastet	16 (57 %)	15 (54 %)
Psychisch nicht stark belastet	12 (43 %)	13 (46 %)
Nach 6 Monaten Training ²		
Psychisch stark belastet	7 (25 %)	15 (54 %)
Psychisch nicht stark belastet	21 (75 %)	13 (56 %)

¹X_ Test nicht signifikant

²X_ Test, $p < 0,05$

3.6. Komplikationen und Zwischenfälle

Innerhalb des Beobachtungszeitraumes absolvierten die 59 Patienten insgesamt 1881 Trainingseinheiten. Während dieser Trainingseinheiten traten bei zwei Patienten Krämpfe in der Beinmuskulatur auf. Bei einer Patientin kam zu einer Verlagerung der Dialylenadel, die zu einem Hämatom am Unterarm führte und dazu zwang, die Nadel zu entfernen und durch eine neue zu ersetzen. Bei einem stark schwitzenden Patienten lockerte sich das Pflaster, mit dem die Dialylenadel am Unterarm fixiert war. Die Haut musste getrocknet und das lose Pflaster durch ein neues ersetzt werden. Kardio-vaskuläre Komplikationen traten nicht auf.

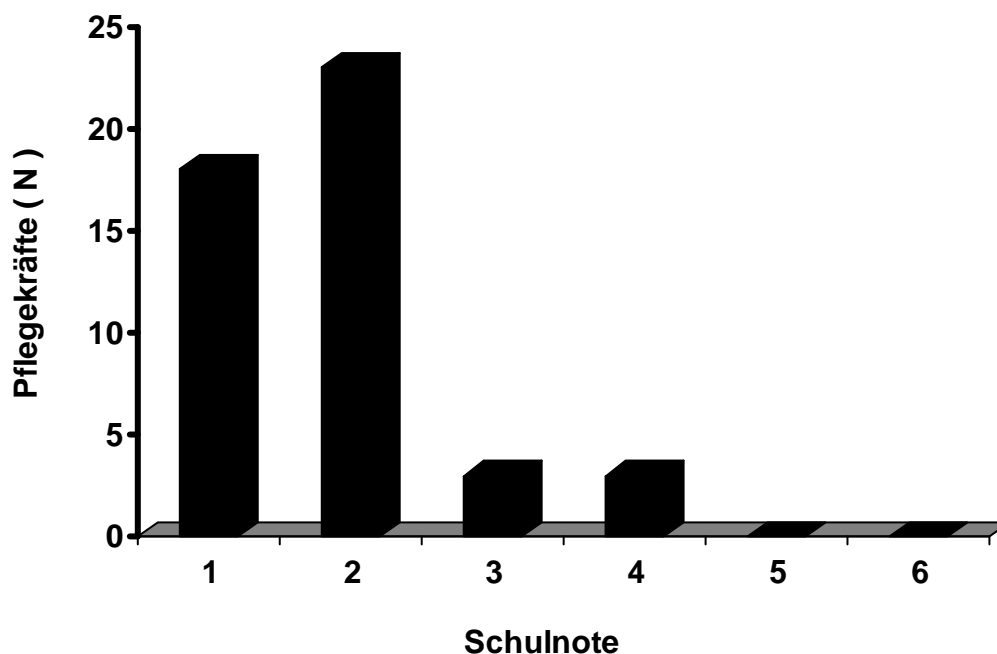
3.7. Beurteilung des Trainingsprogramms durch das Pflegepersonal

3.7.1 Allgemeine Beurteilung des Trainingsprogramms

Bei der allgemeinen Bewertung des Trainingsprogramms mit Hilfe der Schulnoten sehr gut (Note 1) bis ungenügend (Note 6) vergaben 19 der 48 Pflegekräfte (40%) die Note 1, 23 Pflegekräfte (48%) die Note 2 und jeweils 3 (6%) die Noten 3 und 4. Mangelhaft und ungenügend wurden nicht vergeben (Abb. 7). 37 Pflegekräfte (77%) waren der Meinung, dass die Patienten sehr stark oder stark von der Teilnahme am Training profitierten und 11 Pflegekräfte (23%), dass die Patienten leicht profitierten. Keine(r) der Befragten war der Meinung, dass die Patienten keinen Nutzen aus der Teilnahme am Training ziehen oder dass dieses den Patienten schade.

Abb. 7

Beurteilung des Trainingsprogramms durch das Pflegepersonal mit Hilfe von Schulzensuren.

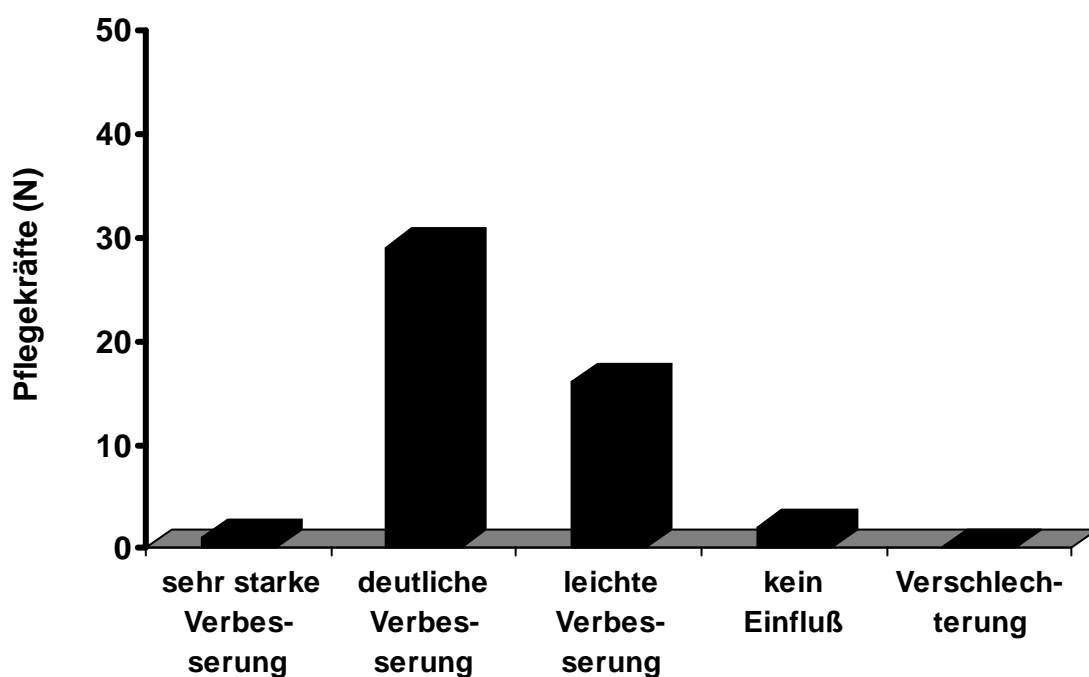


3.7.2 Beurteilung des Einflusses auf die körperliche Leistungsfähigkeit

29 Pflegekräfte (61%) gaben an, dass das Training die körperliche Leistungsfähigkeit der trainierenden Patienten deutlich verbessere und 16 der Befragten (33%), dass das Training die Leistungsfähigkeit leicht verbessere. Einmal wurde angegeben, dass das Training die Leistungsfähigkeit sehr stark verbessere und zweimal, dass das Training keinen Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit habe. Keine(r) der Befragten hatte den Eindruck, dass sich die körperliche Leistungsfähigkeit der Trainingsteilnehmer verschlechtere (Abb. 8).

Abb. 8

Beurteilung des Trainingsprogramms durch das Pflegepersonal hinsichtlich dessen Wirkung auf die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten



3.7.3 Beurteilung des Einflusses auf die Stimmung der Patienten und des Pflegepersonals

Von den 48 Pflegekräften gaben 46 (96%) an, dass das Trainingsprogramm die Stimmung der Trainingsteilnehmer positiv beeinflusse, wobei 32 (66 %) der Befragten bei den trainierenden Patienten eine deutliche Verbesserung der Stimmung sahen und weitere 14 (29%) eine leichte Stimmungsverbesserung. Ähnlich positiv wurde auch der Einfluss des Trainingsprogramms auf die allgemeine Stimmung auf der Dialysestation beurteilt. Hinsichtlich ihrer eigenen Stimmung sahen 8 Pflegekräfte eine deutliche Verbesserung und 9 weitere eine leichte Verbesserung durch das Trainingsprogramm, wohingegen 30 Pflegekräfte (63%) keine Veränderung und eine Pflegekraft eine Verschlechterung ihrer Stimmung angab. Mit einer Ausnahme sahen die Pflegekräfte während des Trainingsprogramms keine Veränderung der Stimmungslage bei den nicht trainierenden Patienten (Tab. 9).

Tab. 9

Urteil des Pflegepersonals über den Einfluss des Trainingsprogramms auf die Stimmung der trainierenden Patienten, der nicht trainierenden Kontrollgruppe, der Pflegekräfte und die allgemeine Stimmung auf der Dialysestation.

	Stimmung Trainierende	Stimmung Kontrollgruppe	Stimmung Pflegekräfte	Stimmung Dialyse- station
Sehr starke Verbesserung	2	0	0	3
Deutliche Verbesserung	30	1	8	21
Leichte Verbesserung	14	0	9	17
Kein Einfluss	2	47	30	7
Leichte Verschlechterung	0	0	1	0
Starke Verschlechterung	0	0	0	0

3.7.4 Beurteilung des Einflusses auf den Verlauf und die Organisation der Dialysebehandlung

Nach Ansicht des Pflegepersonal (N = 48) wird der Verlauf der Dialysebehandlung deutlich (25/48) oder leicht (17/48) durch das Training verbessert. 6 Pflegekräfte waren der Meinung, dass das Training keinen Einfluss auf den Verlauf der Dialyse habe. Den organisatorischen Ablauf der Dialysebehandlung sahen 40 von 48 Pflegekräfte (83%) durch das Trainingsprogramm nicht beeinflusst. Jeweils 4 Pflegekräfte gaben eine Verbesserung bzw. eine leichte Verschlechterung der organisatorischen Abläufe der Dialysebehandlung an.

3.7.5 Beurteilung der Risiken und Komplikationen

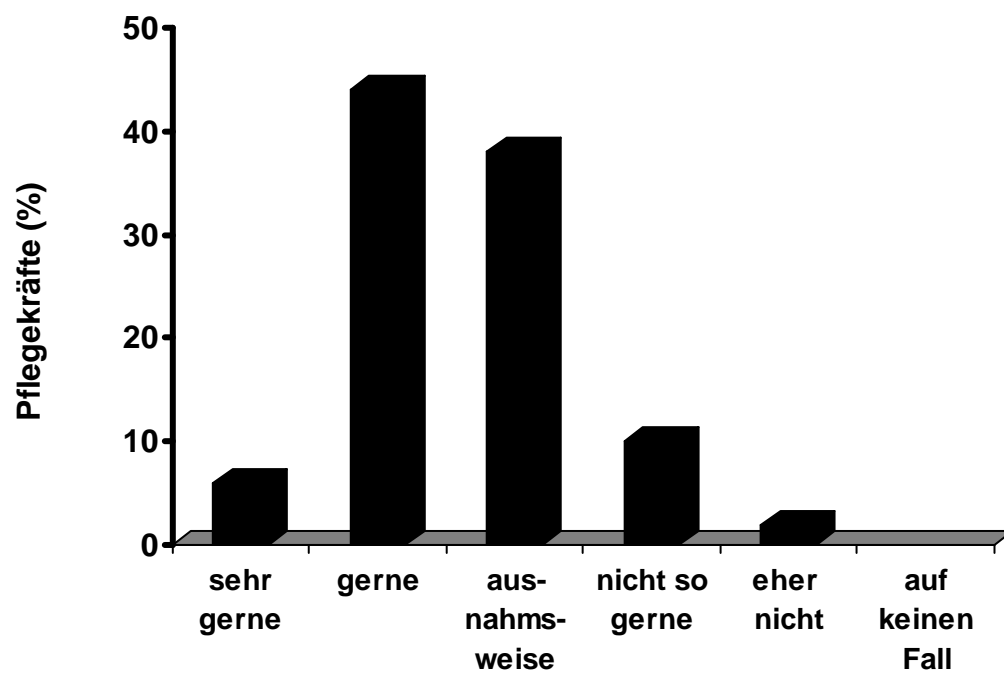
Als mögliche Risiken des Trainings wurden Blutdruckabfälle (23 Mal), eine Dislokation der Dialylenadel (7 Mal), Muskelkrämpfe (4 Mal) und Schwitzen (1 Mal) genannt. 19 Pflegekräfte (40%) gaben keine Risiken an. 37 der 48 Pflegekräfte (77%) hatten im Verlauf des Trainingsprogramms keine mit dem Training assoziierten Zwischenfälle beobachtet. 6 Pflegekräfte hatten bei den trainierenden Patienten einen Blutdruckabfall erlebt, 4 eine Dislokation der Dialylenadel und 3 einen Muskelkrampf. Insgesamt wurde die trainingsbedingte Gefährdung für die Patienten als gering (31/48 Pflegekräfte) oder nicht vorhanden (17/48 Pflegekräfte) eingestuft.

3.7.6 Bereitschaft des Pflegepersonals die Sporttherapeuten bei der Durchführung des Sportprogramms aktiv zu unterstützen

Auf die Frage, ob sie bereit wären, die Sporttherapeuten bei der Durchführung des Trainings aktiv zu unterstützen, gaben 3 bzw. 21 Pflegekräfte an, sehr gerne bzw. gerne dazu bereit zu sein. Bei 24 der 48 Pflegekräfte bestanden deutliche Vorbehalte gegenüber einer Mitarbeit am Trainingsprogramm. 18 Pflegekräfte (38%) waren dazu nur in Ausnahmefällen, 5 nicht so gerne und einer eher nicht bereit. Keine Pflegekraft gab an, auf keinen Fall aktiv am Trainingsprogramm mitarbeiten zu wollen. (Abb. 9).

Abb. 9

Angaben von 48 Pflegekräften über ihre Bereitschaft, die Sporttherapeuten beim Training aktiv zu unterstützen.



4. DISKUSSION

Welche Wirkungen ein körperliches Training bei Patienten mit einer terminalen Niereninsuffizienz hat, wurde bisher in zahlreichen Studien überprüft. In den meisten Untersuchungen wurde das Training in zeitlichem Abstand zur Dialysebehandlung als ambulantes Gruppentraining in einer Turnhalle oder einem Sportplatz durchgeführt. Trainingsteilnehmer waren relativ gut belastbare Patienten ohne schwere Zweit- oder Begleiterkrankungen. Das Alter der Patienten lag unter 50 Jahren und die Trainingsgruppen waren mit 6-20 Teilnehmern relativ klein. In diesen Studien mit selektionierten Patienten konnte gezeigt werden, dass sich die ambulante Sport- und Bewegungstherapie bei Dialysepatienten günstig auswirkt auf die körperliche Leistungsfähigkeit, auf Folge- und Begleiterkrankungen des chronischen Nierenversagens wie die arterielle Hypertonie und die Hyperlipidämie sowie auf die psycho-soziale Situation der Betroffenen (10, 17, 26, 27, 30, 39, 40, 56, 62, 66, 70, 73). Trotz ihres möglichen Nutzens haben körperliche Trainingsprogramme jedoch bisher nur eine geringe Bedeutung bei der medizinischen Versorgung von Dialysepatienten, da nur wenige Patienten willens oder in der Lage sind, an entsprechenden Sportangeboten teilzunehmen. Probleme beim Transport zu den Sportstätten, schwerwiegende Begleit- und Zusatzkrankungen sowie die krankheitsbedingte, geringe Motivation der Patienten führen dazu, dass nicht nur in den USA, sondern auch in Deutschland weniger als 5 % der dialysepflichtigen Patienten am ambulanten Rehabilitationssport teilnehmen, wenn er im dialysefreien Intervall stattfindet (58, 65, 66). Besonders Patienten über 60 Jahre konnten bisher nur in Ausnahmefällen in ambulante Sportgruppen integriert werden (17). Auch bei den ersten Versuchen, Hämodialysepatienten während der Dialyse zu trainieren, wurden jüngere, relativ gut belastbare und hochmotivierte Patienten in das Trainingsprogramm eingeschlossen (59).

Im Gegensatz zu den bisherigen Studien ist es in der vorliegenden Untersuchung gelungen, 59 von 124 chronischen Dialysepatienten, die in einer üblichen Dialysepraxis ambulant behandelt wurden, zur Teilnahme an einem körperlichen Training zu bewegen, das sie während der laufenden Dialysebehandlung absolvierten. Bemerkenswert ist nicht nur, dass fast die Hälfte (48 %) aller Patienten am Trainingsprogramm teilnahmen, sondern daß auch viele ältere Patienten motiviert werden konnten zu trainieren. Das Alter der Trainingsteilnehmer betrug im Mittel $62,7 \pm 11,6$ Jahre und der Anteil der über 60-jährigen 61 %. Damit waren die Patienten wesentlich älter als die Patienten, die an den bisher vorliegenden Untersuchungen teilnahmen. Das Trainingskollektiv war hinsichtlich des Alters vergleichbar mit dem Gesamtkollektiv der in Deutschland behandelten Dialysepatienten, bei denen im Jahre 2003 der Altersmedian bei 64 Jahren lag (24). Auch hinsicht-

lich der Geschlechtsverteilung und der renalen Grundkrankheiten war die Trainingsgruppe mit dem Gesamtkollektiv der deutschen Dialysepatienten vergleichbar. Nur der Anteil der Patienten mit einer diabetischen Nephropathie lag mit 15 % (9 von 59 Patienten) unter dem bundesdeutschen Durchschnitt von 24 % (24). Somit handelt es sich bei der vorliegenden Untersuchung um die erste Studie, in der die Wirkungen des Trainings während der Dialyse an einer größeren, weitgehend unselektionierten und für das Gesamtkollektiv der in Deutschland behandelten Dialysepatienten repräsentativen Gruppe überprüft wurde.

Wegen des hohen Anteils älterer Patienten war die körperliche Leistungsfähigkeit in der Trainingsgruppe deutlich geringer als in den stark selektionierten Patientengruppen früherer Studien. Zusätzlich hatten viele Patienten kardiovaskuläre Erkrankungen wie z.B. eine koronare Herzkrankheit, eine Herzinsuffizienz, eine arterielle Hypertonie oder eine periphere arterielle Verschlusskrankheit, deren Inzidenz schon bei jüngeren Dialysepatienten stark erhöht ist (64). Dennoch wurde vor Beginn des Trainingsprogramms bewusst auf einen maximalen Belastungstest verzichtet, weil sich die Patienten im Training nur relativ moderat belasten sollten. Zusätzlich sind maximale Belastungstests auf einem Fahrradergometer oder einem Laufband bei vielen älteren Patienten wegen der geringen Kraft in den Beinen, orthopädischer Probleme oder neurologischer Störungen nicht durchführbar. Diese aufwendigen Testverfahren haben deshalb bei Dialysepatienten nur eine geringe Aussagekraft bei der Beurteilung des kardiovaskulären Risikos (45).

Vor Trainingsbeginn wurde jedoch überprüft, ob die Patienten auf einem Bettergometer leistungsfähig genug waren, um an einem aktiven Ergometertraining teilnehmen zu können. Als Mindestbelastung für das aktive Ergometertraining wurden 15 Watt und als Mindestbelastungsdauer 10 Minuten festgelegt. Hierbei ergab sich die Belastung von 15 Watt durch die eingesetzten Bettergometer, bei denen das Training auf der niedrigsten Belastungsstufe bei einer Drehzahl von 70 Umdrehungen pro Minute einer Belastung von 15 Watt entsprach. Eine Belastungsdauer von zweimal 10 Minuten pro Woche gilt bei leistungsschwachen Personen als Minimum, um eine Verbesserung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit zu erreichen (61).

Jüngere, gesunde Personen sollen sich nach den Empfehlungen der American Society of Sports Medicine 3-5 Mal pro Woche für 20-60 Minuten mit 65-90 % der maximalen Herzfrequenz bzw. 50-85 % der maximalen Sauerstoffaufnahme in einer Ausdauersportart wie z.B. Laufen, Schwimmen, Fahrradfahren belasten, wenn sie die allgemeine Ausdauer verbessern wollen (50).

Für die positiven Wirkungen, die Sport und Bewegung auf den Gesundheitszustand haben, sind aber deutlich geringere Belastungsintensitäten und auch ein geringerer Belas-

tungsumfang erforderlich. Mäßig-intensive körperliche Belastungen von täglich 30 Minuten reichen aus, um das kardiovaskuläre Risiko zu vermindern (2, 5, 72). Hierzu zählen auch Alltagsbelastungen wie zügiges Gehen und Treppensteigen. Pro Woche sollen durch diese Belastungen ca. 1000 kcal bzw. pro Tag 150 kcal verbraucht werden (25). Bei leistungsschwachen und besonders bei älteren Personen können positive Effekte auf die Gesundheit bereits erreicht werden, wenn sie sich 2 Mal pro Woche 10 Minuten lang mit 40-50 % ihrer maximalen Sauerstoffkapazität belasten. Sogar noch geringere Belastungen zeigen eine Wirkung, wenn der Belastungsumfang entsprechend ausgedehnt wird (61). Es schien deshalb gerechtfertigt und sinnvoll, auch Patienten am Training teilnehmen zu lassen, die sehr leistungsschwach waren und vor Trainingsbeginn nicht in der Lage waren, sich auf dem Bettergometer mit 15 Watt über einen Zeitraum von 10 Minuten zu belasten.

Beim Eingangstest auf dem Bettergometer erreichten 17 der 59 Patienten diese Leistung nicht. Auffällig ist die geringe körperliche Leistungsfähigkeit der über 60-jährigen Frauen, von denen nur 7 von 16 (44 %) den Bettergometertest erfolgreich absolvierten. Im Vergleich dazu war es 16 von 20 (75 %) der über 60-jährigen Männer und 80 % der unter 60-jährigen Männer und Frauen möglich, sich mit 15 Watt über 10 Minuten zu belasten. Dass gerade bei weiblichen Dialysepatienten die Kraft bzw. Kraftausdauer im Bereich der Beine sehr stark vermindert ist, wurde wiederholt beschrieben (37, 39). Im Verlauf der Studie ist es gelungen, bei 8 dieser 17 sehr leistungsschwachen Patienten die Leistungsfähigkeit so zu steigern, dass sie in der Lage waren, die Kriterien für ein aktives Ergometertraining zu erfüllen d.h. sich mit mindestens 15 Watt über 10 Minuten zu belasten. Man kann davon ausgehen, daß das Trainingskonzept mit dem Einsatz der motorgetriebenen Ergometer wesentlich dazu beigetragen haben, daß auch bei initial sehr leistungsschwachen Patienten eine Leistungssteigerung erreicht werden konnte. Durch die Kombination aus passiver Bewegung und aktiver Ergometrie war es möglich, die Patienten von Beginn des Trainingsprogramms an über einen längeren Zeitraum von 15 Minuten zu bewegen. Dies wirkt sich positiv aus auf die Motivation der Patienten, da sie auf diesem Weg verglichen mit den leistungsstärkeren Patienten von Beginn des Trainings eine ähnlich lange Zeit auf dem Ergometer trainieren können.

Bei gesunden Probanden konnte darüber hinaus gezeigt werden, daß bereits die passive Bewegung auf dem Fahrradergometer zu einer Aktivierung des Herzkreislaufsystems führt mit Anstieg des arteriellen Blutdrucks, des Schlagvolumens und des Herz-Minutenvolumens. Zusätzlich steigen auch die Sauerstoffaufnahme und die Blutlaktatkonzentration um 10 - 20 % bzw. 0,8 mmol/l an (43, 54). Es wird diskutiert, dass diese kardiovaskulären und metabolischen Effekte induziert werden durch die Stimulation von Mechanorezeptoren in der bewegten Muskulatur (43, 54). Darüber hinaus war in der

Sportpraxis immer wieder zu beobachten, daß die Patienten auch bei der passiven Ergometrie immer wieder kurzzeitig aktiv mittreten. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass bei den leistungsschwachen Dialysepatienten auch die Phasen zur Leistungssteigerung beigetragen haben, in denen sie anscheinend nur passiv auf dem Bettergometer bewegt wurden. Dass bei fast der Hälfte der sehr leistungsschwachen Patienten eine Leistungssteigerung erreicht wurde, zeigt eindrucksvoll, dass bei ihnen die körperliche Verfassung auch mit sehr geringen Belastungsintensitäten verbessert werden kann, wenn das Training regelmäßig über einen Zeitraum von mehreren Monaten durchgeführt wird.

Das hohe Alter, die geringe Leistungsfähigkeit und die klinisch relevanten Zusatzerkrankungen vieler Patienten mussten nicht nur beim Aufbau, sondern auch bei der praktischen Umsetzung des Trainings und vor allem bei der Steuerung der Belastungsintensität berücksichtigt werden. Sowohl beim Ausdauertraining auf dem Bettergometer als auch bei der Gymnastik wurden intensive Belastungen bewusst vermieden. In mehreren früheren Untersuchungen wurde die Trainingsbelastung anhand der maximalen Sauerstoffaufnahme oder der maximalen Herzfrequenz festgelegt (36, 38, 39, 59). Diese Trainingssteuerung erfordert vor Beginn des Trainingsprogramms einen maximalen Belastungstest auf einem Laufband oder einem Fahrradergometer. Diese Tests sind aufwendig, können nicht in jedem Dialysezentrum durchgeführt werden und sind aus den genannten Gründen bei älteren Patienten wenig aussagekräftig (21, 45). Es wurde deshalb das subjektive Belastungsempfinden der Patienten genutzt, um die individuelle Belastung im Training zu steuern. Die Patienten beurteilten ihre individuelle Belastung mit Hilfe der Borg-Skala (6). Diese Methode bietet ein gut reproduzierbares Maß der Belastung. Das subjektive Belastungsempfinden wird im allgemeinen nicht beeinflusst durch Medikamente wie z.B. Beta-Blocker und kann zur Trainingssteuerung auch bei älteren und herzkranken Patienten eingesetzt werden, bei denen der Herzfrequenzanstieg kein verlässlicher Parameter für die metabolische und kardiopulmonale Belastung ist (12, 69). Die Patienten wurden angehalten, sich im Training so stark zu belasten, daß sie die Belastung als „etwas anstrengend“ empfanden entsprechend einem Wert von 13 auf der von 6-20 reichenden Borg-Skala. Dies entspricht bei Nierengesunden einer Belastung von ca. 60 % der maximalen Leistungsfähigkeit (12). Bei Patienten mit Herzkreislauferkrankungen konnte gezeigt werden, daß sowohl hinsichtlich des Trainingseffekts als auch der trainingsbedingten Komplikationen diese Art der Trainingssteuerung vergleichbare Ergebnisse liefert wie eine Trainingssteuerung, bei der die Belastungsintensität im Training anhand der Bestimmung der maximalen Herzfrequenz und der Herzfrequenzveränderungen im Training gesteuert wird (35). Im Rahmen des Krafttrainings wurde der Schweregrad so gewählt, daß die Patienten die einzelnen Übungen 10-15 Mal wiederholen konnten. So war sichergestellt,

dass sie sich nicht mit mehr als 60 % ihrer Maximalkraft belasteten (44). Unabhängig vom Alter und der Leistungsfähigkeit der Patienten wurde im Training stets darauf geachtet, dass die Patienten den Arm, an dem sich die arterio-venöse Fistel befand, nicht bewegten, damit sich die Gefäßkanülen, über die sie an das Dialysegerät angeschlossen waren, nicht verlagerten.

Zusätzlich wurde das Training von speziell ausgebildeten Sporttherapeuten geleitet. Diese hatten in einer strukturierten Weiterbildung die verschiedenen Krankheitsbilder und die besondere psycho-soziale Situation von Dialysepatienten kennen gelernt und waren in der Lage, alle sportrelevanten Behinderungen und Einschränkungen der Patienten in der Sportpraxis zu berücksichtigen (42).

Der Verlauf des 6-monatigen Trainingsprogramms zeigt, dass es für Dialysepatienten möglich ist, während der Hämodialysebehandlung zu trainieren, ohne sich zu gefährden, wenn die genannten Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden. Während der von den Patienten absolvierten 1881 Trainingseinheiten traten keine schweren Zwischenfälle auf, insbesondere ereigneten sich keine Komplikationen von Seiten des Herz-Kreislaufsystems. Ein höheres Lebensalter und kardio-vaskuläre Vorerkrankungen stellen somit bei den meisten Patienten kein Hindernis dar für ein körperliches Training mit einer moderaten Belastungsintensität. Frühere Untersuchungen hatten gezeigt, daß ein Ergometertraining während der Dialyse bei jüngeren Patienten auch mit einer höheren Belastung von bis zu 80 % der maximalen Herzfrequenz durchgeführt werden kann (3, 38, 53, 59). Muskelkrämpfe, die in der Anfangsphase des Trainingsprogramms bei einzelnen Patienten aufgetreten waren, konnten im weiteren Verlauf dadurch vermieden werden, dass das Training ausschließlich in den ersten drei Stunden der Dialysebehandlung stattfand.

Ob ein körperliches Training während der Dialyse unerwünschte Effekte induziert, wird aber nicht nur durch das Alter und die körperliche Verfassung des Patienten sowie durch die Art und Intensität der Belastung beeinflusst, sondern auch durch die Modalitäten der Dialysebehandlung. Moore et al. konnten zeigen, dass die Fähigkeit, sich während der Dialyse auf einem Ergometer zu belasten mit zunehmender Dialysedauer verloren geht, wenn bei der Dialyse sehr viel Volumen entzogen wird (52). Von 8 im Mittel 46,9 Jahre alten Patienten, bei denen während einer 3-stündigen Dialysebehandlung im Mittel 4,8 kg entzogen wurden, waren 3 Stunden nach Beginn der Dialysebehandlung nur noch 3 in der Lage, sich auf einem Fahrradergometer zu belasten. Bei den anderen 5 Patienten kam es bereits in Ruhe zu Herzkreislaufproblemen mit Abfall des arteriellen Blutdrucks und des Herz-Minuten-Volumens, sodass sie sich auch nicht mehr körperlich belasten

konnten (52). Ein starker Volumenentzug während der Dialyse kann somit die Fähigkeit, sich körperlich zu belasten, erheblich beeinträchtigen. Dies ist besonders im Hinblick darauf relevant, daß bereits eine submaximale ergometrische Belastung als eigenständiger Faktor einen Abfall des zirkulierenden Blutvolumens induziert. Banerjee et al. belasteten 10 Hämodialysepatienten auf einem Bettergometer über einen Zeitraum von 10 Minuten so, daß die Herzfrequenz im Mittel von 87 ± 11 Schlägen / Minute um ca. 20 % auf 112 ± 18 Schläge / Minute anstieg. Neben einem Anstieg der Herzfrequenz, des Schlagvolumens und des Herzminutenvolumens kam es unter dieser moderaten Belastung zu einem Abfall des zirkulierenden Blutvolumens um bis zu 3 % des Ausgangswerts (3). Der Abfall des Blutvolumens setzte unmittelbar nach Beginn der Belastung ein und erreichte sein Maximum nach ca. 5 Minuten. Ursache dieser Veränderung war ein Übertritt von freier Flüssigkeit aus der Mikrozirkulation ins Interstitium (3). Was diesem Shift von freier Flüssigkeit zugrunde liegt, wurde bisher nicht geklärt. Er könnte aber Folge einer verstärkten Freisetzung von endogenem Noradrenalin sein. Bekannt ist, daß unter einer ergometrischen Belastung Noradrenalin verstärkt freigesetzt wird und daß Noradrenalin über eine Konstriktion postkapillärer Shinkter einen vermehrten Shift von freier Flüssigkeit aus der Mikrozirkulation ins Interstitium induziert (14, 31). Da die belastungsinduzierte Freisetzung von Noradrenalin mit zunehmender Belastungsintensität ansteigt, wäre damit zu rechnen, daß bei einer höheren Belastungsintensität auch das zirkulierende Blutvolumen beim Training während der Dialyse stärker vermindert wird. Dies ist für die Sportpraxis relevant und zu berücksichtigen, weil ansonsten kardiovaskuläre Probleme durch ein intensives Ergometertraining induziert werden könnten. Vorsichtsmassnahmen können darin bestehen, daß eine Ultrafiltrationsrate von 800 ml / Stunde nicht überschritten wird, wenn Patienten während der Dialyse trainieren und daß das Training in den ersten Stunden der Dialyse stattfindet. In der vorliegenden Studie haben diese Maßnahmen mit dazu beigetragen, dass im Verlauf des Trainingsprogramms keine schweren und nur sehr wenige leichte Komplikationen aufgetreten sind.

Das in der vorliegenden Studie umgesetzte Trainingskonzept ist nicht nur sicher, sondern es ermöglicht auch den teilnehmenden Dialysepatienten, ihre Leistungsfähigkeit zu verbessern. Dies gilt nicht nur für sehr leistungsschwache, sondern auch für leistungstärkere Patienten. Bei den 42 Patienten, die während des 6-monatigen Beobachtungszeitraums an der aktiven Ergometrie teilnahmen, stiegen die Trainingsbelastung im Mittel von initial $26,5 \pm 6$ Watt auf 46 ± 12 Watt und die Trainingsdauer von 14 ± 3 Minuten auf 32 ± 14 Minuten an. Der Anstieg der Trainingsdauer war damit etwas geringer als bei 24 jüngeren Patienten, die von Miller et al. ebenfalls über einen Zeitraum von 6 Monaten trainiert wurden und die ihre Trainingsdauer pro Dialyse von im Mittel 16,9 auf 45,5 Mi-

nuten steigerten (51). Von diesen Patienten hatten aber nach 6 Monaten nur 21 % die Belastungsintensität im Training erhöht, wohingegen im Verlauf der vorliegenden Studie 37 von 42 Patienten (88 %) die Belastung beim Ergometertraining intensivierten. In einer weiteren Studie, in der 15 jüngere Patienten über einen Zeitraum von 12 Wochen 3 Mal pro Woche jeweils 20 Minuten während der Dialyse auf einem Ergometer trainierten, stieg die Trainingsbelastung im Mittel von 21 ± 16 auf 44 ± 19 Watt an. In dieser Studie belasteten sich die Patienten ebenfalls bei einem RPE –Wert von 13 auf der Borg-Skala (20). In allen bisher vorliegenden Studien ist die absolute Belastung beim Ergometertraining während der Dialyse relativ niedrig. Dies ist im wesentlichen auf die geringe Leistungsfähigkeit der Patienten und die Art der Belastung zurückzuführen. Bei Dialysepatienten sind die allgemeine Ausdauer und die muskuläre Kraft erheblich vermindert. Die maximale Sauerstoffaufnahme ist 40-60 % geringer als bei alters- und geschlechts-gleichen Gesunden (58). Auch die muskuläre Kraft liegt 40-60 % unter der Altersnorm, wobei der Kraftverlust im Bereich der Beine am stärksten und bei Frauen besonders stark ausgeprägt ist. Bei der in halbsitzender Position durchgeführten Bettergometrie ist die Kraftbelastung höher als bei einer Fahrradergometrie im Sitzen, weil das Gewicht der Beine teilweise gegen die Schwerkraft bewegt werden muss. Bei Dialysepatienten besteht eine positive Korrelation zwischen der mittels Fahrradergometrie bestimmten kardiovaskulären Kapazität und der Beinkraft (37). Dies erklärt, warum sie bei der Bettergometrie relativ rasch ermüden und besonders die älteren Patientinnen nur eine relativ geringe Leistung erreichen. In der vorliegenden Studie wurden die Patienten auf dem Bettergometer nicht bis an ihre Leistungsgrenze belastet. Parson et al. fanden aber bei 13 Patienten mit einem mittleren Alter von 55 Jahren bei einem während der Dialyse durchgeführten maximalen Bettergometer-Test eine maximale Belastung von im Mittel 54 Watt (60). Legt man diesen Wert auch für die in der vorliegenden Studie untersuchten Patienten zugrunde, so entspräche die initiale Trainingsbelastung von im Mittel 26,5 Watt annähernd 50 % der maximalen Leistungsfähigkeit. Im Verlauf des 6-monatigen Trainingsprogramms konnten die Patienten diesen Wert deutlich steigern und erreichten mit im Mittel 46 Watt eine Trainingsbelastung, die sie entsprechend eines RPE-Werts von 13 als etwas anstrengend empfanden, die aber nur wenig geringer war als die von untrainierten Dialysepatienten erreichte maximale Belastung (60). Trotz der relativ niedrigen Belastungsintensität führt das Bettergometertraining im Verlauf von mehreren Monaten zu einer deutlichen Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Ob sich die Kraft im Bereich der Beine verändert hat, wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht überprüft. Die Steigerung der Leistungsfähigkeit auf dem Bettergometer deutet aber darauf hin, dass sich auch die Beinkraft bei den trainierenden Patienten verbessert hat. Zu dieser Verbesserung dürfte auch die Gymnastik beigetragen, die ein fester Bestandteil des Trai-

ningskonzeptes ist und bei der Kraftübungen für die Beinmuskulatur einen Schwerpunkt darstellen (15). Borregaard et al. fanden bei 12 Patienten nach einem 3-monatigem Training während der Dialyse eine Zunahme der statischen Maximalkraft der Kniegelenkstreckere um 15 % (7).

Voraussetzung für eine Leistungssteigerung ist sowohl bei den sehr schwach belastbaren als auch bei den leistungstärkeren Patienten die regelmäßige Teilnahme am Training. Bei den Patienten, die von Studienbeginn an am aktiven Ergometertraining teilnehmen konnten, bestand eine signifikant positive Korrelation zwischen der Teilnahmehäufigkeit am Training und den Veränderungen der Trainingsbelastung und Trainingsdauer. Bei den leistungsschwachen Patienten, die vor Beginn des Trainings nicht in der Lage waren, 15 Watt über 10 Minuten zu treten, erreichte im Studienverlauf kein Patient diese Voraussetzung für ein aktives Ergometertraining, der an weniger als 25 % der Trainingseinheiten und nur einer von 3 Patienten, die an 26-50 % der Trainingseinheiten teilnahmen. Im Gegensatz dazu verbesserten 4 von 6 Patienten, die an 50 – 75 % der Trainingseinheiten teilnahmen und alle 3 Patienten mit einer Teilnahmehäufigkeit über 75 % ihre Leistungsfähigkeit so, dass sie im Studienverlauf am aktiven Ergometertraining teilnehmen konnten. Insgesamt betrug die Teilnahmehäufigkeit im Mittel 60 ± 31 %, wobei die interindividuellen Unterschiede mit 6 bis 100 % sehr groß waren. Das Alter und das Geschlecht der Patienten hatten keinen signifikanten Einfluß auf die Teilnahme am Training. Die Trainingsteilnahme war aber bei den sehr leistungsschwachen Patienten mit im Mittel 48 ± 29 % geringer als bei den leistungstärkeren Patienten, die im Mittel an 65 ± 31 % der Trainingseinheiten teilnahmen ($p < 0,05$). Elf Patienten (18,6 %) nahmen an maximal 25 % der Trainingseinheiten teil. Bei diesen Patienten kann man nicht davon ausgehen, dass die Teilnahme am Training eine klinisch relevante Wirkung hatte. Bei weiteren 11 Patienten lag die Trainingsteilnahme zwischen 26 und 50 %. Dass es bei diesen Patienten teilweise zu Leistungsverbesserungen kam, ist nicht nur auf das Training zurückzuführen, sondern auch darauf, dass sie, motiviert durch die Teilnahme am Trainingsprogramm, die körperlichen Aktivitäten im Alltag gesteigert haben, was gerade bei relativ leistungsschwachen Menschen einen zusätzlichen Trainingseffekt hat.

In früheren Studien wurden teilweise Teilnahmeraten von 90 % erreicht (1, 59). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in diesen Studien kleinere, selektionierte und hoch motivierte Patientenkollektive trainiert wurden. Im Verlauf der vorliegenden Untersuchung hat es sich gezeigt, dass große Anstrengungen erforderlich sind, damit unselektionierte Hämodialysepatienten über einen längeren Zeitraum an mehr als 50 % der Trainingseinheiten teilnehmen. Dass dies bei zwei Drittel der Trainingsteilnehmer der Fall war, ist auch darauf zurückzuführen, daß das Trainingsprogramm von speziell geschulten und hoch

motivierten Physiotherapeuten konzipiert und geleitet wurde. Durch zukünftige Untersuchungen sollte überprüft werden, wie die Compliance der Patienten noch gesteigert werden kann.

Die beiden wichtigsten Ursachen für den Abbruch oder eine sehr lange Unterbrechung des Trainings waren interkurrente Erkrankungen und die fehlende Motivation, am Training teilzunehmen. Bei mehreren Patienten konnte beobachtet werden, daß gesundheitliche Probleme wie z.B. ein Shuntverschluss oder akute Erkrankungen die Fähigkeit bzw. Bereitschaft am Training teilzunehmen längerfristig beeinträchtigen. Durch eine depressive Verstimmung als Reaktion auf die gesundheitlichen Probleme nimmt der innere Antrieb ab und die Bereitschaft während der Dialyse zu trainieren. Ebenso beeinflusst der Verlauf der Dialysebehandlung, die Bereitschaft der Patienten, sich während der Dialyse zu belasten. Die regelmäßige Trainingsteilnahme wird gefördert, wenn die Dialysebehandlung vom Patienten gut vertragen wird und keine unerwünschte Begleiterscheinungen wie z.B. Blutdruckabfälle, Unwohlsein oder Muskelkrämpfe auftreten. Auch aus diesem Grund sollten hohe Ultrafiltrationsraten vermieden und gegebenenfalls die Dauer der Dialysebehandlung verlängert werden (52).

Das Training während der Dialyse hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Hämoglobinkonzentration, die Erythropoietin-Dosis und das gesamte Serumcholesterin und Serum-Triglyzeride. Eine deutliche Reduktion des Erythropoietin-Bedarfs wurde von Miller et al. bei 24 Patienten beobachtet, die 6 Monate an einem Ergometertraining während der Dialyse teilnahmen. Bei den trainierenden Patienten sank bei stabilem Hämatokrit die wöchentliche Erythropoietin-Dosis von im Mittel 12030 ± 5220 I.E. auf 9240 ± 3930 I.E. während sie in einer nicht trainierenden Kontrollgruppe deutlich anstieg (51). Verglichen mit den Teilnehmern der vorliegenden Untersuchung waren die von Miller untersuchten Patienten deutlich jünger, überwiegend weiblich und zu 80 % afro-amerikanischen Ursprungs. Es bleibt offen, inwieweit diese Unterschiede bei ansonsten vergleichbaren Trainingsbedingungen zu dem unterschiedlichen Effekt auf die renale Anämie beigetragen haben.

Dass durch ein regelmäßiges körperliches Training erhöhte Lipidkonzentrationen gesenkt werden können, wurde bei 14 Patienten beobachtet, die an einem Training am dialysefreien Tag teilnahmen. Bei diesen Patienten war das Alter niedriger, die Belastungsintensität im Training höher und der Beobachtungszeitraum mit im Mittel 12 ± 4 Monate deutlich länger. Es bleibt abzuwarten, ob auch durch ein Training während der Dialyse positive Effekte auf die renale Anämie und den Fettstoffwechsel erreicht werden können, wenn die Patienten intensiver und über einen längeren Zeitraum trainieren. Dass sich ein Ergometertraining während der Dialyse positiv auswirkt auf die arterielle Hypertonie, einen

weiteren Risikofaktor für die Entwicklung einer allgemeinen Arteriosklerose, wurde bereits mehrfach gezeigt (1, 51, 59).

Das Training während der Dialyse wirkt sich ebenfalls positiv auf die psycho-soziale Situation der teilnehmenden Patienten. Am augenfälligsten zeigte sich dies bei einer Patientin, deren körperliche Verfassung vor Trainingsbeginn so reduziert war, dass sie zur Dialysebehandlung mit einem Krankenwagen transportiert werden musste. Im Verlauf des 6-monatigen Trainings verbesserte sich ihre Leistungsfähigkeit so, daß sie bei den Aktivitäten des Alltags wieder selbständiger wurde und schließlich den Weg zu Dialysebehandlung mit einem Taxi zurücklegen konnte. Dass sich die körperliche Verfassung bei vielen trainierenden Patienten verbesserte, war auch für die Bezugspersonen auffällig. Bei der anonymen Befragung gaben 94 % der Dialyseschwester und -pfleger an, dass sich nach ihrer Beobachtung das Training positiv auswirke auf die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten. Mehr als 90 % der befragten Pflegekräfte gaben auch an, bei den trainierenden Patienten eine Verbesserung der Stimmung bemerkt zu haben. Die mit Hilfe der standardisierten Fragebogen erhobenen Daten deuten auch darauf hin, dass sich die von den Patienten empfundene Lebensqualität verbesserte. So hatte nach den Ergebnissen des Brief Symptom Inventory Tests am Ende des Beobachtungszeitraums der Anteil der durch ihre chronische Erkrankung psychisch stark belasteten Patienten in der Trainingsgruppe deutlich abgenommen, wohingegen er sich in der nicht trainierenden Kontrollgruppe nicht verändert hatte. Auch die Skalenwerte des SF-36 waren in der Trainingsgruppe verglichen mit den Ausgangswerten angestiegen. Im Gruppenvergleich waren die Veränderungen aber wegen der breiten Streuung der Messwerte und der kleinen Gruppengrößen statistisch nicht signifikant. Borregaard et al. fanden bei einer hinsichtlich Alter und Begleiterkrankungen homogeneren Patientengruppe nach einem 12-wöchigen Training signifikante Verbesserungen auch bei der mit Hilfe des SF-36 gemessenen Lebensqualität (7). Dass sich bei Dialysepatienten ein regelmäßiges körperliches Training positiv auswirkt auf die Lebensqualität, ist bereits seit Anfang der achtziger Jahre bekannt. Diese Untersuchungen wurden aber an kleineren Gruppen von überwiegend jüngeren Patienten gemacht, die im dialysefreien Intervall trainierten (9, 26, 40).

Sehr positiv wurde das Training während der Dialyse vom Pflegepersonal bewertet. In der anonymen Befragung beurteilten 42 von 48 (88 %) Pflegekräfte das Programm insgesamt mit sehr gut oder gut. Zu diesem Urteil trägt sicherlich wesentlich dazu bei, dass das moderate körperliche Training keine schweren unerwünschten Nebenwirkungen hatte, gut in die organisatorischen Abläufe der Dialysestation integriert werden konnte und dass es auch den Ablauf der Dialysebehandlung selbst nicht relevant störte. Die Einstellung des

Pflegepersonal trägt wesentlich zum Erfolg oder Misserfolg des Programms teil. Wenn die Dialyseschwwestern und –pfleger das Programm nicht nur akzeptieren, sondern den Patienten immer wieder empfehlen, daran teilzunehmen, fördern sie die Compliance der Patienten. Andererseits können die Pflegekräfte durch Kritik oder durch eine mehr oder weniger offene Ablehnung des Programms die Einstellung der Patienten negativ beeinflussen. Es ist deshalb bemerkenswert, daß nur 50 % der befragten Pflegekräfte ihre Bereitschaft signalisierten, bei der Umsetzung des Trainingsprogramms aktiv mitarbeiten zu wollen. Warum die Hälfte des Pflegepersonals nicht bereit war, beim Training der Patienten mitzuarbeiten, wurde nicht eruiert. Es ist aber davon auszugehen, dass die wichtigsten Gründe für die ablehnende Haltung der Pflegekräfte die bereits als sehr hoch empfundene Arbeitsbelastung und die fehlende Ausbildung im Bereich des Rehabilitationssports sind. Das Training während der Dialyse sollte deshalb wie in der vorliegenden Untersuchung von speziell ausgebildeten Physiotherapeuten konzipiert und geleitet werden, damit es von möglichst allen Pflegekräften akzeptiert und gefördert wird. Dies schließt nicht aus, dass die Pflegekräfte in der Sportpraxis die Physiotherapeuten unterstützen, indem sie beispielsweise auch während des Sports Blutdruck und Pulskontrollen durchführen oder beim Transport der Sportgeräte mithelfen.

Ausgehend von den in der vorliegenden Untersuchung gemachten Erfahrungen sollte zukünftig bei möglichst vielen Patienten versucht werden, mit Hilfe des Trainings während der Dialyse die körperliche Aktivität zu steigern. Dies ist auch deshalb von besonderer Relevanz, weil neuere Studien eindrucksvoll zeigen, dass es einen deutlichen Zusammenhang gibt zwischen der stark erhöhten kardio-vaskulären Morbidität und Mortalität chronisch Nierenkranker und ihrer geringen körperlichen Aktivität (67, 68). Shlipak und Mitarbeiter haben festgestellt, dass bei Patienten mit einer chronischen Niereninsuffizienz die körperliche Inaktivität eine größere Bedeutung für das hohe kardio-vaskuläre Risiko hat als die bekannten, klassischen Risikofaktoren arterielle Hypertonie und Diabetes mellitus (67). Stack et al. konnten zeigen, dass auch bei Dialysepatienten ein enger Zusammenhang besteht zwischen der Lebenserwartung der Patienten und ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit bzw. körperlichen Aktivität (68). Das Mortalitätsrisiko war bei den Patienten am höchsten, die am schlechtesten körperlich belastbar waren und bei denen, die nur einmal oder weniger pro Woche trainierten. Hierbei war bei den untersuchten Patienten eine schlechte körperliche Verfassung vor allem durch körperliche Inaktivität und nicht durch Zusatzerkrankungen erklärbar. Folglich erhöhte die körperliche Inaktivität das Risiko früh zu versterben unabhängig von anderen Faktoren. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich die Forderung, daß die körperliche Aktivität von Dialysepatienten gefördert werden sollte, um das hohe kardio-vaskuläre Risiko zu vermindern (68). Wie gravierend

und klinisch relevant dieses Risiko ist, wird dadurch deutlich, dass im Verlauf des im Mittel 3,6 Jahre langen Beobachtungszeitraums von 2386 Patienten 1366 Patienten d.h. 57 % verstarben und zwar vor allem an kardio-vaskulären Komplikationen (68).

Die körperliche Aktivität von Dialysepatienten gezielt zu fördern, wird zukünftig auch wegen der zunehmenden Zahl älterer und multimorbider Patienten an Bedeutung gewinnen. Diese sind wegen ihrer geringen körperlichen Leistungsfähigkeit in hohem Maß gefährdet, die Selbständigkeit zu verlieren und pflegebedürftig zu werden. Neben den negativen Auswirkungen auf die psycho-soziale Situation der Betroffenen hat dies weitere negative Effekte für die Gesellschaft. Es entstehen erhebliche zusätzliche Kosten durch die erforderliche Pflege und durch Hilfsmittel wie z.B. Rollstühle, Gehhilfen und Krankentransporte. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass das Training während der Dialyse auch diesen Patienten helfen kann, trotz ihrer schweren chronischen Erkrankung lange Zeit selbständig zu bleiben. In Einzelfällen ist es sogar möglich, daß die Patienten die verlorene Selbständigkeit wiedererlangen. Hierdurch können sich für die Kostenträger bzw. die Gesellschaft pro Patient Kosteneinsparungen von mehr als 15 000 € ergeben (13).

Das Training während der Dialyse stellt eine im klinischen Alltag realisierbare Möglichkeit dar, die schlechte körperliche Verfassung und die erheblich reduzierte Lebensqualität von Dialysepatienten zu verbessern. Zu diesem Training gibt es für die meisten und vor allem für die älteren und multimorbiden Patienten derzeit keinen alternativen Therapieansatz. Es sollte deshalb fester Bestandteil der Therapie von Dialysepatienten werden. Um Sportprogramme flächendeckend aufbauen zu können, müssen die erforderlichen finanziellen Mittel von den Kostenträgern zur Verfügung gestellt werden. Wegen der relativ geringen Kosten des Rehabilitationssports und seiner vielfältigen und Kosten dämpfenden Effekte ist dies nicht nur im Hinblick auf die Versorgung der Patienten, sondern auch unter ökonomischen Aspekten sinnvoll.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob eine für die deutschen Dialysepatienten repräsentative Patientengruppe während der Dialyse ein körperliches Training absolvieren kann und welche körperlichen und psycho-sozialen Effekte dieses Training hat. Es wurde 124 Patienten angeboten, zweimal pro Woche über 6 Monate zu trainieren. Das Training bestand aus einem Bettergometer-Training und gymnastischen Übungen zur Verbesserung der Kraft, Koordination und Flexibilität. Voraussetzung für das aktive Ergometer-Training war eine Belastbarkeit von 15 Watt über 10 Minuten. Geringer belastbare Patienten begannen mit einer passiven Ergometrie. Die Trainingsbelastung wurde mittels des subjektiven Belastungsempfindens gesteuert. Ziel war ein Wert von 13 auf der Borg-Skala. Registriert wurden die Trainingsteilnahme, die Belastungsdauer und -intensität beim Ergometertraining sowie alle unerwünschten Effekte. Der Einfluss des Trainings auf die Lebensqualität und die krankheitsbedingte psychische Belastung wurde bei 29 Patienten und einer nicht trainierenden Kontrollgruppe mit Hilfe des Medical Outcomes Study Short-Form 36-Item Health Survey und des Brief Symptom Inventory Tests überprüft. Die Einflüsse auf die renale Anämie und den Fettstoffwechsel wurden anhand der spezifischen Laborparameter und der wöchentlichen Erythropoietin-Dosis erfasst, die Beurteilung durch das Pflegepersonal mit Hilfe eines anonymen Fragebogens.

Am Training nahmen 59 (28 Frauen, 31 Männer, Alter im Mittel $62,7 \pm 11,6$ Jahre) der 124 Patienten (48 %) teil. Zwischen trainierenden und nicht trainierenden Patienten bestanden keine Unterschiede hinsichtlich Alter, Geschlecht und Dauer der Dialysebehandlung. Die Trainingshäufigkeit betrug im Mittel 60 ± 31 %. Bei 42 aktiv ergometrierenden Patienten stiegen die Trainingsbelastung von $26,5 \pm 6$ Watt auf $46,0 \pm 12,4$ Watt ($p < 0,05$) und die Belastungsdauer von $14 \pm 3,2$ Minuten auf $32 \pm 13,5$ Minuten ($p < 0,05$) an. Von 17 Patienten, die initial am passiven Ergometertraining teilnahmen, konnten 8 Patienten zur aktiven Ergometrie wechseln. Bei allen Patienten bestand ein enger Zusammenhang zwischen Trainingshäufigkeit und Leistungssteigerung. Das Training hatte einen positiven Einfluss auf die krankheitsbedingte psychische Belastung, aber keinen Effekt auf die Anämie und den Fettstoffwechsel. Das Pflegepersonal beurteilte das Trainingsprogramm sehr positiv hinsichtlich seiner körperlichen und psycho-sozialen Effekte. Als unerwünschte Nebenwirkungen kam es zu einzelnen Muskelkrämpfen, einer Dislokation und zu einer Lockerung der Dialylenadel. Gravierende und insbesondere kardio-vaskuläre Komplikationen traten nicht auf. Die Studie zeigt, dass nicht nur jüngere und relativ leistungsfähige, sondern auch ältere, multimorbide Patienten von einem regelmäßigen körperlichen Training während der Dialyse profitieren.

6. LITERATUR:

- 1) Anderson, J. E., Boivin, M. R. J. and Hatchett, L. (2004): Effect of exercise training on interdialytic ambulatory and treatment-related blood pressure in hemodialysis patients. *Ren Fail* 26, 539-544.

- 2) Anonymous (1996): Physical activity and cardiovascular health. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. *Jama* 276, 241-6.

- 3) Banerjee, A., Kong, C. H. and Farrington, K. (2004): The haemodynamic response to submaximal exercise during isovolaemic haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 19, 1528-32.

- 4) Besarab, A., Bolton, W. K., Browne, J. K., Egrie, J. C., Nissenson, A. R., Okamoto, D. M., Schwab, S. J. and Goodkin, D. A. (1998): The effects of normal as compared with low hematocrit values in patients with cardiac disease who are receiving hemodialysis and epoetin. *N Engl J Med* 339, 584-90.

- 5) Blair, S. N., Kohl, H. W., 3rd, Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Jr., Gibbons, L. W. and Macera, C. A. (1995): Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *Jama* 273, 1093-8.

- 6) Borg, G. A. (1982): Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14, 377-381.

- 7) Borregaard, S., Kruse, N. and Rieckert, H. (2003): Bewegungstherapie während einer Dialyse. Eine experimentelle Studie zum Kraft- und Ausdauerverhalten und zur Lebensqualität. *Dtsch Z Sportmed* 54, 347-351.

- 8) Bullinger, M. and Kirchberger, I. (1998) SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand. Göttingen: Hogrefe.

- 9) Carney, R. M., McKeivitt, P. M., Goldberg, A. P., Hagberg, J., Delmez, J. A. and Harter, H. R. (1983): Psychological effects of exercise training in hemodialysis patients. *Nephron* 33, 179-81.

- 10) Carney, R. M., Templeton, B., Hong, B. A., Harter, H. R., Hagberg, J. M., Schechtman, K. B. and Goldberg, A. P. (1987): Exercise training reduces depression and increases the performance of pleasant activities in hemodialysis patients. *Nephron* 47, 194-8.
- 11) Clyne, N., Ekholm, J., Jogestrand, T., Lins, L. E. and Pehrsson, S. K. (1991): Effects of exercise training in predialytic uremic patients. *Nephron* 59, 84-9.
- 12) Darcy, P. (2001) ACSM's resource manual for Guidelines for exercise testing and prescription. 4 th ed Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- 13) Daul, A. E., Degenhardt, S. and Krause, R. (2005): Rehabilitationssport während der Hämodialyse. *Nephrologie im Dialog* 1, 14-17.
- 14) Daul, A. E., Khalifa, A. M., Graven, N. and Brodde, O. E. (1985): Impaired regulation of beta-adrenoceptors in patients on maintenance haemodialysis. *Proc Eur Dial Transplant Assoc Eur Ren Assoc* 21, 178-84.
- 15) Daul, A. E., Krause, R. (1997): Körperliches Training während der Hämodialyse. In: DAUL, A. E., KRAUSE, R., VÖLKER, K. (Eds.): Sport- und Bewegungstherapie für chronisch Nierenkranke; S. 269-274. München-Deisenhofen: Dustri-Verlag
- 16) Daul, A. E., Schafers, R. F., Daul, K. and Philipp, T. (2004): Exercise during hemodialysis. *Clin Nephrol* 61, S26-30.
- 17) Daul, A. E., Völker, K., Albery, A., Hollmann, W. and Philipp, T. (1990): Dialyse-Sportgruppe: Eine Möglichkeit zur Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der psycho-sozialen Rehabilitation chronischer Dialysepatienten. *Nieren- und Hochdruckkrankh* 19, 279-286.
- 18) Deligiannis, A., Kouidi, E., Tassoulas, E., Gigis, P., Tourkantonis, A. and Coats, A. (1999): Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients. *Int J Cardiol* 70, 253-66.
- 19) Deligiannis, A., Kouidi, E. and Tourkantonis, A. (1999): Effects of physical training on heart rate variability in patients on hemodialysis. *Am J Cardiol* 84, 197-202.

- 20) Depaul, V., Moreland, J., Eager, T. and Clase, C. M. (2002): The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 40, 1219-29.

- 21) Diesel, W., Noakes, T. D., Swanepoel, C. and Lambert, M. (1990): Isokinetic muscle strength predicts maximum exercise tolerance in renal patients on chronic hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 16, 109-14.

- 22) Ehrich, J. H., Rizzoni, G., Broyer, M., Brunner, F. P., Brynger, H., Fassbinder, W., Geerlings, W., Selwood, N. H., Tufveson, G. and Wing, A. J. (1992): Rehabilitation of young adults during renal replacement therapy in Europe. 2. Schooling, employment, and social situation. *Nephrol Dial Transplant* 7, 579-86.

- 23) Franke, G. H. (2000) BSI, Brief Symptom Inventory von L.R. Derogatis - Deutsches Manual. Göttingen: Beltz Test Gesellschaft.

- 24) Frei, U. and Schober-Halstenberg, H.-J. (2004) Nierenersatztherapie in Deutschland. Berlin, Deutschland: QuaSi-Niere Jahresbericht 2003/2004.

- 25) General, U. S. S. (1996) Physical activity and health: a report of the Surgeon General. Washington: U.S. Government Printing Office.

- 26) Goldberg, A. P., Geltman, E. M., Gavin, J. R., 3rd, Carney, R. M., Hagberg, J. M., Delmez, J. A., Naumovich, A., Oldfield, M. H. and Harter, H. R. (1986): Exercise training reduces coronary risk and effectively rehabilitates hemodialysis patients. *Nephron* 42, 311-6.

- 27) Goldberg, A. P., Geltman, E. M., Hagberg, J. M., Gavin, J. R., 3rd, Delmez, J. A., Carney, R. M., Naumowicz, A., Oldfield, M. H. and Harter, H. R. (1983): Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int Suppl* 16, S303-9.

- 28) Goldberg, A. P., Hagberg, J. M., Delmez, J. A., Heath, G. W. and Harter, H. R. (1979): Exercise training improves abnormal lipid and carbohydrate metabolism in hemodialysis patients. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 25, 431-7.

- 29) Goodkin, D. A., Bragg-Gresham, J. L., Koenig, K. G., Wolfe, R. A., Akiba, T., Andreucci, V. E., Saito, A., Rayner, H. C., Kurokawa, K., Port, F. K., Held, P. J. and Young, E. W. (2003): Association of comorbid conditions and mortality in hemodialysis patients in Europe, Japan, and the United States: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *J Am Soc Nephrol* 14, 3270-7.
- 30) Hagberg, J. M., Goldberg, A. P., Ehsani, A. A., Heath, G. W., Delmez, J. A. and Harter, H. R. (1983): Exercise training improves hypertension in hemodialysis patients. *Am J Nephrol* 3, 209-12.
- 31) Hoffman, B. B. and Lefkowitz, R. J. (1992): Catecholamines and sympathomimetic drugs. In: GOODMAN GILMAN, A., RALL, T. W., NIES, A. S. and TAYLOR, P. (Eds.): *The pharmacological basis of therapeutics*; 8th ed; S. 187-220. New York, Singapore: McGraw-Hill Book Inc.
- 32) Horber, F. F., Hoppeler, H., Herren, D., Claassen, H., Howald, H., Gerber, C. and Frey, F. J. (1986): Altered skeletal muscle ultrastructure in renal transplant patients on prednisone. *Kidney Int* 30, 411-416.
- 33) Huber, W., Höffken, B., Bieger, W., Muth, U. and Weber, U. (1981): Berufliche Rehabilitation chronisch Niereninsuffizienter. *euromed* 21, 100-104.
- 34) Ifudu, O., Paul, H., Mayers, J. D., Cohen, L. S., Brezsnyak, W. F., Herman, A. I., Avram, M. M. and Friedman, E. A. (1994): Pervasive failed rehabilitation in center-based maintenance hemodialysis patients [see comments]. *Am J Kidney Dis* 23, 394-400.
- 35) Ilarraza, H., Myers, J., Kottman, W., Rickli, H. and Dubach, P. (2004): An evaluation of training responses using self-regulation in a residential rehabilitation program. *J Cardiopulm Rehabil* 24, 27-33.
- 36) Kempeneers, G., Noakes, T. D., Van, Z. S. R., Myburgh, K. H., Lambert, M., Adams, B. and Wiggins, T. (1990): Skeletal muscle limits the exercise tolerance of renal transplant recipients: effects of a graded exercise training program. *Am J Kidney Dis* 16, 57-65.
- 37) Kettner-Melsheimer, A., Weiss, M. and Huber, W. (1987): Physical work capacity in chronic renal disease. *Int J Artif Organs* 10, 23-30.

- 38) Konstantinidou, E., Koukouvou, G., Kouidi, E., Deligiannis, A. and Tourkantonis, A. (2002): Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med* 34, 40-5.
- 39) Kouidi, E., Albani, M., Natsis, K., Megalopoulos, A., Gigis, P., Guiba-Tziampiri, O., Tourkantonis, A. and Deligiannis, A. (1998): The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 13, 685-99.
- 40) Kouidi, E., Iacovides, A., Iordanidis, P., Vassiliou, S., Deligiannis, A., Ierodiakonou, C. and Tourkantonis, A. (1997): Exercise renal rehabilitation program: psychosocial effects. *Nephron* 77, 152-8.
- 41) Krause, R., Abel, H. H., Bennhold, I. and Koepchen, H. P. (1989): Körperliches Training während Hämodialyse. *Nieren- und Hochdruckkr* 18, 411.
- 42) Krause, R. and Daul, A. E. (2001) Bewegung, Spiel und Sport mit chronisch Nierenkranken. Curriculum des Deutschen Behinderten-Sportverbandes. Duisburg: Deutscher Behinderten-Sportverband.
- 43) Krzeminski, K., Kruk, B., Nazar, K., Ziemba, A. W., Cybulski, G. and Niewiadomski, W. (2000): Cardiovascular, metabolic and plasma catecholamine responses to passive and active exercises. *J Physiol Pharmacol* 51, 267-78.
- 44) Lagerstrom, D. (1986): Trainingsgrundlagen. In: BRUSIS, O. A. and WEBER-FALKENSAMMER, H. (Eds.): Handbuch der Koronargruppenbetreuung; S. Erlangen: perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH
- 45) Langford, E. J., De Belder, A. J., Cairns, H., Hendry, B. M. and Wainwright, R. J. (1997): Non-invasive cardiac investigations in patients awaiting renal transplantation. *J R Soc Med* 90, 136-7.
- 46) Laurent, G. and Charra, B. (1998): The results of an 8 h thrice weekly haemodialysis schedule. *Nephrol Dial Transplant* 6, 125-31.

- 47) Locatelli, F., Aljama, P., Barany, P., Canaud, B., Carrera, F., Eckardt, K. U., Horl, W. H., Macdougall, I. C., Macleod, A., Wiecek, A. and Cameron, S. (2004): Revised European best practice guidelines for the management of anaemia in patients with chronic renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 19, ii1-47.
- 48) Maisonneuve, P., Agodoa, L., Gellert, R., Stewart, J. H., Buccianti, G., Lowenfels, A. B., Wolfe, R. A., Jones, E., Disney, A. P., Briggs, D., Mccredie, M. and Boyle, P. (1999): Cancer in patients on dialysis for end-stage renal disease: an international collaborative study. *Lancet* 354, 93-9.
- 49) Maue, M. (1983): Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit von chronisch nierenkranken und niereninsuffizienten Patienten und ihre Beeinflußbarkeit durch Training. *Medizin und Sport* 23, 155-157.
- 50) Medicine, A. C. O. S. (2000) ACMS Guidelines for exercise testing and exercise prescription. 6th ed Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- 51) Miller, B. W., Cress, C. L., Johnson, M. E., Nichols, D. H. and Schnitzler, M. A. (2002): Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *Am J Kidney Dis* 39, 828-33.
- 52) Moore, G. E., Painter, P. L., Brinker, K. R., Stray-Gundersen, J. and Mitchell, J. H. (1998): Cardiovascular response to submaximal stationary cycling during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 31, 631-7.
- 53) Moug, S. J., Grant, S., Creed, G. and Boulton Jones, M. (2004): Exercise during haemodialysis: West of Scotland pilot study. *Scott Med J* 49, 14-7.
- 54) Nobrega, A. C., Williamson, J. W., Friedman, D. B., Araujo, C. G. and Mitchell, J. H. (1994): Cardiovascular responses to active and passive cycling movements. *Med Sci Sports Exerc* 26, 709-14.
- 55) Ota, S., Takahasi, K., Tanai, K., Nishimura, S. and Kaihara, M. (1993): Exercise rehabilitation for aged HD patients. *Nephrol Dial Transplant* 8, 1004.
- 56) Painter, P. and Zimmerman, S. W. (1983): The role of exercise in the long term rehabilitation of patients with end stage renal disease. *Aannt J* 10, 41-6.

- 57) Painter, P. and Zimmerman, S. W. (1986): Exercise in end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis* 7, 386-94.
- 58) Painter, P. L. (2004): Exercise for dialysis patients. *In*: HÖRL, W., KOCH, K. M., LINDSAY, R. M., RONCO, C. and WINCHESTER, J. F. (Eds.): *Replacement of Renal Function by Dialysis*; 5th Edition; S. 1497-1504. London: Kluwer Academic Publishers
- 59) Painter, P. L., Nelson, W. J., Hill, M. M., Thornberry, D. R., Shelp, W. R., Harrington, A. R. and Weinstein, A. B. (1986): Effects of exercise training during hemodialysis. *Nephron* 43, 87-92.
- 60) Parsons, T. L., Toffelmire, E. B. and King-Vanvlack, C. E. (2004): The effect of an exercise program during hemodialysis on dialysis efficacy, blood pressure and quality of life in end-stage renal disease (ESRD) patients. *Clin Nephrol* 61, 261-74.
- 61) Roitman, J. L. (1998): American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 30, 975-91.
- 62) Röseler, E., Aurisch, R., Precht, K., Strangfeld, D., Priem, F., Siewert, H. and Lindennau, K. (1980): Haemodynamic and metabolic responses to physical training in chronic renal failure. *Proc Eur Dial Transpl Assoc* 17, 702-706.
- 63) Rost, R. (1991) *Sport- und Bewegungstherapie bei inneren Krankheiten*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- 64) Rostand, S. G., Brunzell, J. D., Cannon, R. O., 3rd and Victor, R. G. (1991): Cardiovascular complications in renal failure. *J Am Soc Nephrol* 2, 1053-62.
- 65) Schönfelder, J. (2003) *Sport für chronisch Nierenkranke. Angebote in nephrologischen Einrichtungen in Deutschland*. TU Berlin, Institut für Gesundheitswissenschaften / Public Health.
- 66) Shalom, R., Blumenthal, J. A., Williams, R. S., McMurray, R. G. and Dennis, V. W. (1984): Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int* 25, 958-63.

- 67) Shlipak, M. G., Fried, L. F., Cushman, M., Manolio, T. A., Peterson, D., Stehman-Breen, C., Bleyer, A., Newman, A., Siscovick, D. and Psaty, B. (2005): Cardiovascular mortality risk in chronic kidney disease: comparison of traditional and novel risk factors. *Jama* 293, 1737-45.
- 68) Stack, A. G., Molony, D. A., Rives, T., Tyson, J. and Murthy, B. V. (2005): Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *Am J Kidney Dis* 45, 690-701.
- 69) Stephens, R., Williams, A., Mcknight, T. and Dodd, S. (1991): Effects of self-monitored exercise on selected blood chemistry parameters of end-stage renal disease patients. *Am J Phys Med Rehabil* 70, 149-53.
- 70) Suh, M. R., Jung, H. H., Kim, S. B., Park, J. S. and Yang, W. S. (2002): Effects of regular exercise on anxiety, depression, and quality of life in maintenance hemodialysis patients. *Ren Fail* 24, 337-45.
- 71) Teschner, M., Garte, C., Ruckle-Lanz, H., Mader, U., Stopper, H., Klassen, A. and Heidland, A. (2002): [Incidence and spectrum of malignant disease among dialysis patients in North Bavaria]. *Dtsch Med Wochenschr* 127, 2497-502.
- 72) Thompson, P. D., Buchner, D., Pina, I. L., Balady, G. J., Williams, M. A., Marcus, B. H., Berra, K., Blair, S. N., Costa, F., Franklin, B., Fletcher, G. F., Gordon, N. F., Pate, R. R., Rodriguez, B. L., Yancey, A. K. and Wenger, N. K. (2003): Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation* 107, 3109-16.
- 73) Zabetakis, P. M., Gleim, G. W., Pasternack, F. L., Saraniti, A., Nicholas, J. A. and Michelis, M. F. (1982): Long-duration submaximal exercise conditioning in hemodialysis patients. *Clin Nephrol* 18, 17-22.

7. Danksagung

Mein Dank gebührt:

Den Patienten für die große Bereitschaft zur Mitarbeit an dieser Studie.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. A. E. Daul für die Überlassung des Themas und die Betreuung während des gesamten Zeitraums der Fertigstellung.

Frau Dr. med. Klingberg, den Herren Dr. med. Kuan und Dr. med. Dannemann und deren Mitarbeitern des Dialysezentrums für die Unterstützung bei der Datenerhebung.

Lebenslauf

Vor- und Zuname	Barbara Meese
Wohnort	Gelsenkirchen
Geburtsdatum und -ort	05. September 1965 in Gelsenkirchen
Familienstand	geschieden
Schul Ausbildung	Grundschule, von 08/1971 bis 07/1975
	Gymnasium, von 09/1975 bis 06/1984, Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
Studium	Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Fachbereich: Medizin; von WS 1984 bis SS 1993
Examen und Weiterbil- dung	Ärztliche Vorprüfung 04/1989; Erster Abschnitt der Ärztliche Prüfung: 09/1990; Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung: 09/1992
	Praktisches Jahr: Städtisches Krankenhaus Düsseldorf Benrath, von 10/1992 bis 09/1993
	Arzt im Praktikum Internistische Abteilung Sankt Marienhospital Buer, Gelsenkir- chen, Chefarzt Dr. med. Rudolf Rezori, von 07/1994 bis 12/1996
	Weiterbildungsassistentin in der Praxis Dres. Kuan / Dannemann Innere Medizin und Nephrologie, Dialysepraxis Gelsenkirchen, von 01/1996 bis 06/1999
	Weiterbildungsassistentin in der Chirurgischen Abteilung Marienhospital Ückendorf, Gelsenkirchen Chefarzt Prof. Dr. med. Kohaus, von 07/1999 bis 03/2000
	Weiterbildungsassistentin in der Internistischen Abteilung Sankt Marienhospital Buer, Gelsenkirchen, Chefarzt Dr. med. Rudolf Rezori, seit 04/2000 bis 3/2003
	4/2003 bis 12/2003 Weiterbildungsassistentin in der Praxis Hans – Joachim Norra zur Fachärztin für Allgemeinmedizin
	09.08.2003 Facharztprüfung zur Fachärztin für Innere Medizin
	Seit dem 01.01.2004 Niederlassung als hausärztliche Internistin in der Gemeinschaftspraxis Hans-Joachim Norra und Barbara Meese
	09.07.2005 Facharztprüfung zur Fachärztin für Allgemeinmedizin